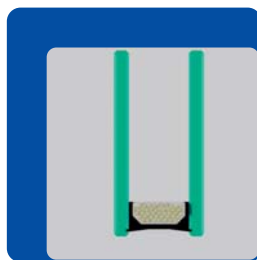


Geam



Manualul practic nr. 2

Editor: GEALAN Architektenberatung

Geam

Tot ce trebuie sa stim despre geam

Cuprinsul manualului Sticla

Capitol

Pagina

1. Noțiuni generale

| | |
|--|----|
| Float, ESG (sticlă securizată cu o singură foaie), TVG (sticlă parțial pretensionată), VSG (geam de siguranță duplex), geam izolator, distanțier de margini, etanșarea îmbinării la marginea geamului, umplerea cu gaz a geamurilor izolatoare | 8 |
| Rezistența geamurilor Float | 9 |
| Rezistența sticlei securizate cu o singură foaie (ESG) | 11 |
| Sticlă emailată | 11 |
| Mentținerea ESG în stare fierbinte (testul Heat - Soak) | 12 |
| Siguranța la lovire cu mingea | 12 |

2. Vitraje cu protecție termică și solară

| | |
|---|----|
| Fluxul de căldură prin geamul izolator | 13 |
| Reflexia, poziția, stratul low-e | 13 |
| Umpluturi cu gaz și gradul de umplere | 14 |
| Distanțiere de margini | 16 |
| Geamul cu protecție solară, factorul b, valoarea g, permisivitatea UV | 17 |
| Jaluzele în spațiul dintre geamuri | 18 |
| Considerații termo-tehnice asupra șprosurilor | 19 |
| Perspectivă tabelară a mărimilor realizabile | 23 |

3. Fonoizolația

| | |
|--|----|
| Mărirea evaluată a fonoizolației R_w | 24 |
| Valorile de adaptare spectrală C și Ctr | 24 |
| Rășină pentru turnat / geamul compound (VG) | 25 |
| Geamuri de protecție fonică cu folie | 25 |
| Umpluturi cu gaz | 25 |
| Comportamentul la rezonanță, diferite grosimi de geam | 26 |
| Influența mărimii geamului | 27 |
| Perspectivă tabelară a valorilor de izolație realizabile | 27 |

4. Geamuri pentru protecția anti-efracție

| | |
|--|----|
| Folia specială pentru fereastra geamul de siguranță duplex (VSG) | 29 |
| Clasele de protecție anti-efracție | 29 |
| Clasele de protecție antiglonț | 30 |
| Geamurile pentru alarmă | 32 |

Pentru informațiile prezentate în manualul practic în cele ce urmează, nu se asigură nicio garanție privind completitudinea sau corectitudinea. GEALAN Fenster-Systeme GmbH își rezervă dreptul de a modifica oricând conținutul acestor informații. Nu există obligația corecturii în cazul informațiilor false, depășite sau inexacte sau completării în cazul informațiilor incomplete. Recomandările au caracter neangajant. Se aplică § 675 II din Codul civil german. Înainte de fiecare utilizare a informațiilor, acestea trebuie verificate de către utilizator. Informațiile furnizate nu reprezintă în niciun fel garanție sau asigurare asupra proprietăților. Ele nu reprezintă un manual de utilizare a produselor sau altor servicii asigurate de GEALAN Fenster-Systeme GmbH. GEALAN Fenster-Systeme nu își asumă răspunderea pentru utilizarea următoarelor informații, cu excepția răspunderii pentru premeditare și neglijență de grad înalt. Revendicările în instanță cauzate de aceste informații sunt guvernate de dreptul german, prin excluderea prevederilor dreptului privat internațional.

Ediția: Iunie 2006

Reproducerea și multiplicarea, inclusiv sub formă de extrase, sunt permise numai cu acordul nostru.

Toate drepturile rezervate.

Odată cu apariția acestei documentații de lucru, toate edițiile precedente își pierd valabilitatea.

Serviciile de consultanță ale firmei GEALAN Fenster-Systeme GmbH, Hofer Straße 80, 95145 Oberkotzau au caracter neangajant.

5. TRAV

| | |
|---|----|
| Când este necesară siguranța anti-cădere? _____ | 33 |
| Ce geamuri sunt necesare în zona siguranței anti-cădere? _____ | 33 |
| Domeniile de aplicabilitate, „categoriile” A, B și C _____ | 34 |
| Determinarea capacității portante a sistemelor de rame din PVC (TRAV, paragraful 6.3.2.c) _____ | 37 |
| Verificarea în cazuri individuale prin încercare cu ciocan-pendul _____ | 37 |

6. Evaluarea deficiențelor

| | |
|---|----|
| Directivile de clasificare pentru geamul izolator _____ | 38 |
| Comportamentul la spargere și aspectele rupturii în cazul deteriorării geamurilor _____ | 42 |

7. Geamul cu autocurățare

| | |
|------------------------------|----|
| Geamul cu autocurățare _____ | 53 |
| Hidrofobizarea _____ | 54 |
| Efectul Lotus _____ | 54 |
| Hidrofilizarea _____ | 55 |
| Fotocataliza _____ | 56 |

8. Vitrajul cu protecție la incendiu și fum

| | |
|--|----|
| Clasele de rezistență la foc și noua clasificare CEN _____ | 57 |
| Ușile etanșe la fum _____ | 58 |

9. Vitrajul deasupra nivelului capului

| | |
|--|----|
| Vitrajul deasupra nivelului capului conform TRLV _____ | 59 |
|--|----|

1.) Noțiuni generale

Geamul „Float“

Sticla Float este sticla pentru construcții cea mai utilizată în zilele noastre. Sticla topită curge într-o atmosferă de protecție la aprox. 1100°C pe o baie lichidă de staniu. Datorită greutateii specifice mai reduse, sticla lichidă plutește pe suprafața băii de staniu. Prin intermediul vitezei rolor în zona de răcire, se reglează grosimea sticlei. Sticla Float se produce cu o lățime de 3,50 m și se taie în panouri livrabile cu mărimile maxime de 3,21 m x 6,00 m. Grosimile uzuale ale geamurilor sunt 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15 și 19 mm.

Sticla securizată cu o singură foaie „ESG“

Sticlă pretensionată termic, care prezintă o rigiditate la încovoiere de aprox. trei ori mai înaltă decât sticla Float destinsă termic și se descompune în fragmente mici în caz de spargere.

Sticla parțial pretensionată „TVG“

Această sticlă este pretensionată termic și se fabrică într-un proces identic cu sticla securizată cu o singură foaie (ESG), însă prezintă doar aprox. 40 % - 50 % din tensiunea mecanică superficială la compresie, formată prin procedeu termic. Tensiunea mecanică superficială la compresie este dirijată prin procesul de răcire. Sticla parțial pretensionată (TVG) se utilizează predominant ca geam de siguranță duplex (VSG din TVG), întrucât prezintă un aspect al rupturii asemănător cu sticla Float. De aceea, fragmentele de rupere mai mari se pot angrena și după spargere într-un asemenea mod încât geamurile prezintă o capacitate portantă remanentă.

Geamul de siguranță duplex „VSG“

Geamul de siguranță duplex (VSG) constă din cel puțin două foi de sticlă, îmbinate între ele cu o folie din polimer înalt, elastică și rezistentă la rupere, predominant polivinil-butiral (PVB), astfel încât fragmentele rămân lipite de folie în cazul spargerii geamului. Acest lucru diminuează riscul vătămărilor prin tăiere sau înțepare la spargerea geamului și permite obținerea unei capacități portante remanente după spargerea unității VSG. Ca materiale primare se utilizează geamuri plane, precum și folii din PVB cu grosimea de 0,38 mm, care se pot lamina și în mai multe straturi. După stratificare, se obține un material compound durabil din sticlă și folie, într-un proces de laminare urmat de presare la o valoare a presiunii de aprox. 14 bar și la o temperatură de 140°C în autoclavă.

Geamul izolator

Noțiunea de geam izolator se referă la sticla izolatoare cu mai multe geamuri, o unitate de vitraj din cel puțin două geamuri, care sunt separate de un spațiu intermediar (numit SZR sau și LZR (luft intermediar), având cel mai frecvent dimensiunea de 8 - 16 mm) și lipite între ele printr-o îmbinare de margine. Geamurile izolatoare se utilizează pentru izolația termică și fonică sau pentru protecția solară.

Distanțiere de margini

Îmbinarea de margine se realizează cu ajutorul unui distanțier, care este umplut cu un agent de uscare (silicat de aluminiu, zeolit) și se lipește cu poliizobutilenă (butil). Distanțierul este din aluminiu perforat, oțel zincat sau oțel inox. Pentru o îmbunătățire și mai mare a valorii U a geamurilor izolatoare, astăzi se utilizează și distanțiere termoplastice („margine caldă”).

Etanșarea îmbinării la marginea geamului

Pentru etanșarea geamului izolator, spațiul gol din afara ramei cu distanțier este umplut până la marginea geamului cu polimer polisulfuric (tiocol) sau - mai rar - cu poliuretan. Pentru vitrajele deasupra nivelului capului sau geamurile izolatoare Structural-Glazing se utilizează ca material de etanșare și silicon negru, care are o durabilitate la UV considerabil mai ridicată, dar prezintă o rată de difuzie considerabil mai înaltă pentru gazul de umplere. Spațiul dintre geamuri (SZR) închis și foarte etanșat la vapori este umplut fie cu aer, fie cu gaz.

Umplutura cu gaz a geamurilor izolatoare

Prin utilizarea gazelor inerte, cum ar fi argonul, xenonul sau kriptonul, care sunt considerabil mai grele decât aerul, se poate diminua procentul pierderilor de căldură apărute prin convecția gazelor din spațiul dintre geamuri.

Rezistența geamurilor Float

În cazul geamurilor fără pretensionare termică, rigiditatea sticlei este dată în principal de sensibilitatea la creștere pe suprafața aflată sub solicitare la tracțiune. Rezistența la presiune a geamului este considerabil mai mare și nu prezintă interes pentru aplicațiile uzuale din construcții. De aceea, rezistența mecanică a sticlei este denumită în practică, de cele mai multe ori, rezistență la tracțiune, respectiv la încovoiere. Rezistența practică la încovoiere a sticlei este considerabil mai redusă decât rezistența teoretică a legăturilor moleculare, care măsoară 5000-10000 N/mm². Rezistența tehnică efectivă a sticlei răcite normal se situează în domeniul aproximativ 30-100 N/mm². Pe lângă erorile structurale posibile în material, suprafața sticlei este deteriorată în anumite împrejurări și în procesul de producție, la prelucrarea ulterioară a suprafeței și în utilizare practică, prin influențe mecanice. Prin efectul de creștere, în cazul unei solicitări la tracțiune apar vârfuri de tensiune mecanică pe baza fisurii, care pot provoca rupere. Ca și la alte materiale

casante, cedarea intervine aproape brusc, fără vreun semn observabil în prealabil. De aceea, rezistența tehnică a sticlei nu este exprimată printr-o valoare absolută, ci este influențată, în principal, de defectele microscopice și macroscopice de suprafață.

Rezistența caracteristică la încovoiere a sticlei Float este indicată în DIN 1249-10 cu 45 N/mm². Definirea rezistenței caracteristice la încovoiere înseamnă că acele tensiuni de încovoiere care duc la o probabilitate de rupere de 5 %, sunt cu o siguranță statistică de 95 % mai mari decât rigiditatea caracteristică la încovoiere. Datorită sensibilității la creștere a suprafeței și fenomenului de creștere subcritică a fisurii, rezistența caracteristică la încovoiere nu poate fi însă considerată ca valoare caracteristică de material fixă. Ea reprezintă un indiciu de calitate pentru structura suprafeței a probelor de sticlă nou fabricate. Din acest motiv, valorile de rezistență mecanică, determinate în mod uzual prin încercări pe durată scurtă, trebuie să fie diminuate considerabil pentru utilizarea în condiții de solicitare permanentă.

De asemenea, efectele de remediere a fisurilor joacă un rol decisiv în rezistența la încercare a sticlei. Cu precădere în cazul solicitărilor care apar numai în intervale de timp mai lungi, ca de exemplu cele produse de vânt în cazul unui vitraj vertical, defectele de suprafață nu duc la aceleași probabilități de cedare, ca în cazul componentelor solicitate permanent. În intervalele de timp fără tensionare, defectele de suprafață se remediază prin procese chimice la vârful fisurii și își pierd, astfel, vizibil din pericolozitate. Deja după o scurtă perioadă de depozitare de patru zile între deteriorarea unui geam și verificarea materialului, se obțin valori ale rezistenței mecanice cu 20% mai înalte față de probele verificate imediat după deteriorare. Asupra rezistenței la presiune a sticlei Float se pot găsi date grosiere în DIN 1249-10, conform căreia aceasta se cifrează la aprox. 700 - 900 N/mm², însă rezultatele examinărilor atestă că aceste date sunt prea înalte pentru sticla fără pretensionare termică. Asupra rezistenței la presiune a sticlei pretensionate termic nu existau până acum indicații științifice sigure.

Proprietățile mecanice și fizice ale sticlei cu oxizi de calciu-sodiu-siliciu și sticlei din borosilicat conform EN 572-1 [64] și EN 1748-1 [61]

| Proprietăți | Sticla cu oxizi de calciu-sodiu-siliciu | Sticla cu borosilicat |
|--|---|---|
| Densitate p | 2500 kg/m ³ | 2200 – 2500 kg/m ³ |
| Modul de elasticitate E | cca. 70000 N/mm ² | cca. 63000 N/mm ² |
| Coeficientul lui Poisson μ | 0,22 | 0,2 |
| Capacitatea termică specifică CP | 0,72.103 J/kg.K | 0,8.103.J/kg.K |
| Coeficientul mediu de dilatare termică pe lungime αT, 20/300 | cca. 9.10-6 K-1 | Clasa 1: 3,1 - 4,0.10 ⁻⁶ K ⁻¹ Clasa 2: 4,1 - 5,0.10 ⁻⁶ K ⁻¹ Clasa 3: 5,1 - 6,0.10 ⁻⁶ K ⁻¹ |
| Conductibilitatea termică λ | 1,05 W/m.K | 1,0 W/m.K |
| Indicele de refracție mediu în domeniul vizibil n | 1,52 | 1,5 |
| Duritate Knoop H/K _{0,1/20} | | 450 – 600 |
| Duritate Mohs | 5,3 | |

Tabelul 1.1

Rezistența sticlei securizate cu o singură foaie (ESG)

ESG, denumită deseori în mod greșit și sticlă durificată, este o sticlă adusă printr-o nouă încălzire până la punctul de transformare de fază și apoi răcire rapidă (suflare cu aer) într-o stare de tensiune internă, în care miezul unui geam se află sub o solicitare de tracțiune și suprafața sub solicitare la presiune.

Datorită tensiunii superficiale de compresie internă, influența de scădere a rezistenței exercitată de defectele de suprafață poate deveni activă abia atunci când sarcina sau încăstrarea generează eforturi de tracțiune pe suprafață. De aceea, pretensionarea produce și o creștere considerabilă a rezistenței la alternanțele de temperatură (aprox. 200 K). Ca material primar pentru ESG se folosește deseori sticla Float, dar și sticla turnată poate fi pretensionată.

După pretensionare, datorită energiei înmagazinate în starea de tensiune internă, geamul poate fi prelucrat numai în anumite condiții stricte. Din acest motiv, prelucrările marginilor, practicarea de orificii sau decupaje trebuie să fie realizate în principal înaintea procesului de pretensionare. La proiectare sa va avea în vedere și faptul că, datorită tratamentului termic, pot să apară toleranțe dimensionale în zona orificiilor, precum și o ușoară precurbare.

Datorită energiei mari înmagazinată în starea de tensiune internă, geamul ESG se sparge în fragmente cubice mici. În acest fel, se diminuează riscul vătămarilor majore prin tăiere. Structura specială de rupere este caracteristică pentru ESG. Fragmentele neascuțite rămân prinse între ele, de cele mai multe ori în bucăți mari. Mărimile maxime admise pentru fragmentele de rupere, indicate în DIN 1249-12 Tab. 5, nu mai corespund stadiului tehnic actual, deoarece ESG este pretensionat astăzi mult mai omogen, iar fragmentele de spargere au mărimea mai mică de 1 cm².

Rezistența minimă la încovoiere a ESG este indicată în DIN 1249-10 cu 120 N/mm². ESG uzuală din comerț prezintă astăzi deja tensiuni superficiale de compresie între 100 N/mm² și 150 N/mm², astfel încât se pot atinge rezistențe mecanice de peste 200 N/mm².

Sticlă emailată

Sticlă pretensionată termic, în care se aplică prin ardere un strat colorat de email pe parcursul procesului de pretensionare. Acesta poate fi aplicat pe toată suprafața sau numai pe anumite zone.

Emailarea sticlei

La emailarea sticlei (numită și imprimare), straturile ceramice colorate sunt aplicate prin ardere pe suprafață pe parcursul fabricării sticlei pretensionate termic. Emailul se topește pe sticlă în interval de câteva secunde și formează o îmbinare fermă cu matricea de sticlă. Coloranții pentru sticlă constau în principal din două componente; emailul (70 %-95 %) și corpul de colorare (5 %-30 %). Grosimile straturilor de email aplicat prin ardere măsoară 10 - 100 μm, putându-se realiza în egală măsură straturi transparente și opace. Culoarele ceramic sunt extrem de rezistente la zgâriere și la intemperii după procesul de aplicare prin ardere.

Straturile de acoperire pot fi aplicate în procese de serigrafiere, laminare sau pulverizare. Din motive tehnice, emailarea, denumită și fritare, se realizează pe o singură latură, partea gazului de protecție a sticlei Float. Din geamurile emailate se pot obține geamuri de siguranță duplex sau izolatoare fără prelucrări suplimentare. În cazul geamului de siguranță duplex, partea imprimată este orientată de cele mai multe ori spre folia PVB, din motive tehnice. În cazul geamurilor izolatoare, stratul de acoperire este dispus în spațiul dintre geamuri, pentru a împiedica murdărirea stratului de email ușor reliefat.

Prin emailare se diminuează totuși rigiditatea la încovoiere a geamului, de exemplu pentru ESG emailat la $f_c, t = 70 \text{ N/mm}^2$, astfel încât, pentru geamurile de acest tip, tensiunea de încovoiere admisă este mai scăzută. În funcție de culoare, geamurile emailate pot fi problematice însă și din punct de vedere termic. Datorită încălzirii locale a geamului prin radiația solară și a dilatării termice rezultate, pot apărea solicitări forțate considerabile, care duc la cedarea acestuia sub influențe termice. De aceea, se va evita pe cât posibil colorarea închisă a geamurilor în pozițiile expuse la soare.

Mentținerea ESG în stare fierbinte

DE CE TESTUL HEAT-SOAK?

Datorită incluziunilor inevitabile de sulfură de nichel în geam, creșterea temperaturii duce la mărirea volumului acestei substanțe. Acest fenomen distruge echilibrul tensiunilor în geamul ESG. Modificarea tensiunilor mecanice este cauza pentru spargerea spontană.

Pentru a evita cât mai sigur spargerea spontană în stare montată, geamurile ESG pot fi supuse unui test HEAT-SOAK. La toate procedurile de testare, se inițiază o posibilă spargere spontană voluntară, prin încălzirea geamului la $290 \pm 10^\circ \text{C}$ și un timp de mentținere de 4 ore.

Pentru identificare, la notația geamului se atașează un H („ESG-H”), dacă este vorba despre un vitraj cu siguranță anti-cădere din ESG, plăci pentru fațade ESG și nu despre geamuri din ESG încastrate liniar pe patru laturi.

Siguranța la lovire cu mingea

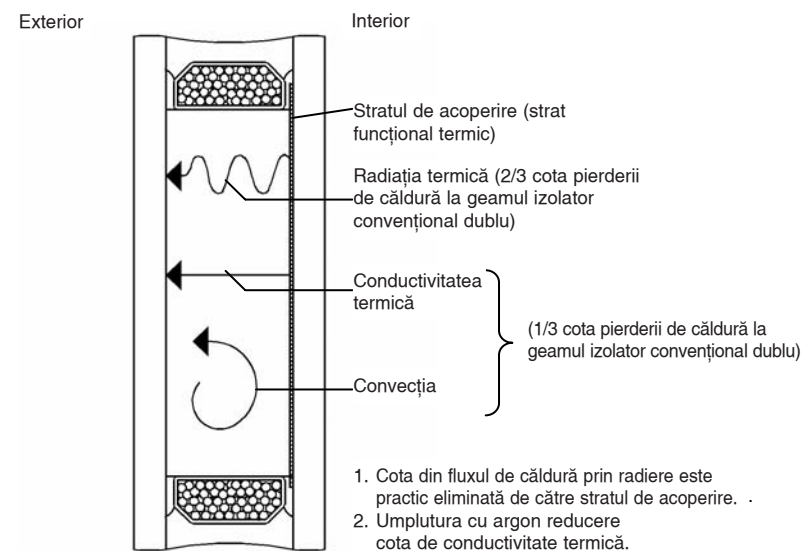
Siguranța la lovire cu mingea a vitrajelor este verificată conform DIN 18032 T.3 cu o mașină de aruncat mingi, cu care sunt aruncate cele două tipuri de mingi (de handbal și de hochei) sub un unghi de 45° sau 90° asupra vitrajului. În cadrul acestui test, vitrajul nu are voie să fie distrus. În mod normal, aceste cerințe sunt îndeplinite de sticla ESG încă de la grosimea 8 mm, iar de VSG din $2 \times 4 \text{ mm}$ sticlă Float cu folie PVB de 0,38 mm.

2.) Vitraje cu protecție termică și solară

Fluxul de căldură prin geamul izolator

Fluxul de căldură în geamul izolator este determinat în principal de următoarele componente:

- Radiația disipată din cantitatea de radiație termică absorbită de sticlă ca urmare a capacității de emisie a suprafeței geamului.
- Conductivitatea termică a gazului în spațiul dintre geamuri (SZR).
- Convecția gazului în SZR.

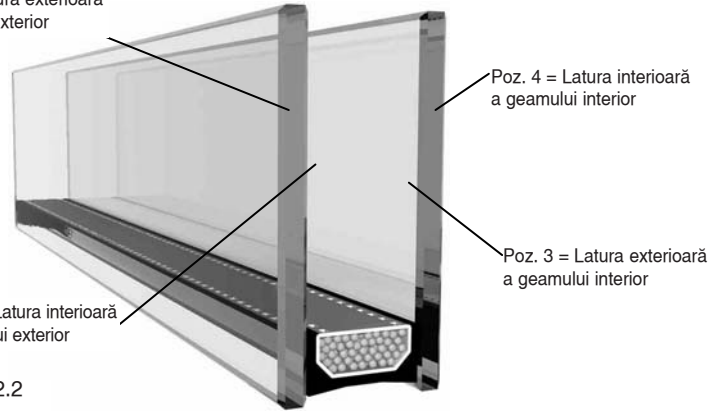


Imaginea 2.1

Reflexia, poziția, stratul low-e

Geamurile izolatoare sunt denumite geamuri de izolație termică dacă cel puțin unul dintre geamuri posedă un strat de acoperire. Cu stratul de acoperire se poate diminua considerabil pierderea capacității de izolație termică din cota de radiație termică. În cazul geamurilor izolatoare, straturile de acoperire cu metale rare sau oxizi metalici sunt dispuse de cele mai multe ori spre spațiul dintre geamuri, pentru a evita deteriorarea în cursul utilizării și al curățării. În mod normal, stratul de acoperire de pe geamurile izolatoare cu izolație termică este amplasat în poziția 3, adică pe latura exterioară a geamului izolator aflat către interiorul camerei.

Poz. 1 = Latura exterioră a geamului exterior



Imaginea 2.2

Dacă stratul de acoperire este amplasat în cazuri speciale în poz. 2, impresia vizuală creată de sticlă se poate modifica. În plus, gradul total de permisivitate energetică, valoarea g a geamului izolator se diminuează cu aprox. 2-3 %. În momentul de față, se utilizează componenta predominantă a vitrajelor izolatoare în domeniul geamurilor de izolație termică.

Radiația termică este de aprox. 2/3, iar conductivitatea termică și convecția (împreună) aprox. 1/3 din pierderea de căldură. Esențială pentru pierderea de căldură este deci radiația termică și, implicit, capacitatea de emisie a suprafeței geamului. Aceasta măsoară aprox. $e = 0,85$ în cazul sticlei neacoperite, adică simplificat, aprox. 85 % din căldură este disipată prin suprafața geamului. Cu un strat de acoperire metalic foarte subțire (grosimea de numai 10 nm = 1/100.000 mm), această capacitate de emisie poate fi redusă la aprox. $e = 0,04$, fără a influența negativ transmittanța de lumină – sesizabilă optic – a sticlei. Din acest motiv, geamurile/straturile de acoperire sunt denumite și geamuri low-e, respectiv straturi de acoperire low-e (low-e = low-emissivity). Stratul de acoperire acționează astfel eficient, deoarece straturile reflectă numai radiația termică din domeniul undelor lungi, permițând trecerea radiației solare din domeniul vizibil (unde scurte).

Oricine cunoaște acest efect din cazul automobilului care stă mult timp în soare: radiația solară din domeniul undelor scurte pătrunde prin suprafețele geamului și încălzește scaunele, care emit radiația termică din domeniul undelor lungi. Acestea penetrează numai parțial suprafețele geamului în sens invers, iar habitacul se încălzește puternic. Cu un strat de protecție termică, partea emisă a radiației termică este diminuată și mai mult.

Umplutura cu gaz și gradul de umplere

Prin utilizarea gazelor inerte, cum ar fi argonul, xenonul sau kriptonul, care sunt considerabil mai grele decât aerul, se poate diminua suplimentar procentul pierderilor apărute prin convecția gazului în spațiul dintre geamuri.

O problemă foarte interesantă este și următoarea: Rămâne gazul într-adevăr în SZR? Răspunsul este clar: Da/Nu! Nu, deoarece nicio îmbinare de margine lipită nu poate fi absolut etanșă. Da, deoarece – presupunând o construcție atentă – este suficient de

etanșă, pentru a asigura o scădere minoră a izolației termice chiar și după o perioadă de decenii. Norma permite o rată a pierderii de gaz de 1 % pe an.

Din punct de vedere al tehnicii de producție, gradul de umplere cu gaz nu trebuie să fie ridicat arbitrar. Un grad de umplere cu gaz mai mare de 90% poate fi realizat foarte ușor în laborator, însă, dacă apreciem sincer condițiile de producție în serie a geamurilor de izolație termică, această cifră rămâne mai mult o țintă idealizată.

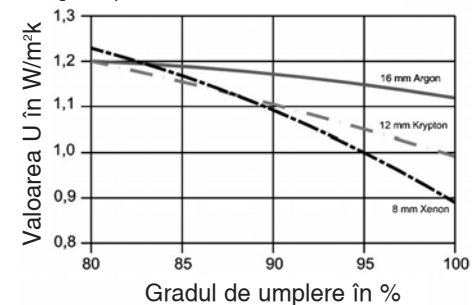
Emisivitatea: $\epsilon_n = 0,04$ (argon)

| Gradul de umplere cu gaz: | 80 % | 85 % | 90 % | 95 % | 100 |
|---------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| SZR: | | | | | |
| 6 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| 8 | 1,8 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 |
| 10 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,4 |
| 12 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| 14 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| 15 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,1 |
| 16 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,1 |
| 20 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |

Tabelul 2.1

După cum se poate observa în tabel, la un grad de umplere de 90%, SZR 16 mm și emisivitatea $\epsilon_n = 0,04$, rezultă o valoare U_g de 1,2 W/m²K. O majorare a gradului de umplere ar ridica valoarea U_g la nivelul cel mai frecvent urmărit de 1,1 W/m²K, însă, după cum se cunoaște, tehnologia de producție nu garantează acest lucru.

Valoarea U_g pentru emisivitate $\epsilon_n=0,04$
Pilkington Optitherm™ SN



Imaginea 2.3

Se observă foarte repede: cu cât gradul de umplere este mai ridicat, cu atât valoarea U_g este mai scăzută = mai favorabilă.

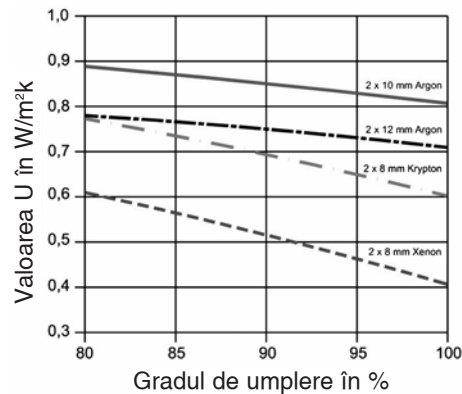
- În cazul gazului inert kripton, relativ scump, și al celui încă și mai scump, care nici nu se poate găsi în cantități mari, xenon, se constată clar o îmbunătățire deosebită prin creșterea gradului de umplere.

- Cu ajutorul formulelor din EN 673 se poate afla numai printr-un calcul computerizat (sau se poate citi în diagrama de sus), cât ar trebui să fie gradul minim de umplere în fiecare caz, pentru a împinge valoarea U la nivelurile record $1,2 \Rightarrow 1,1 \Rightarrow 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ etc.
- În cazul extrem (care nu mai este potrivit situației practice), se poate atinge chiar și cu o structură de două geamuri izolante o valoare U_g de $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ sau chiar (în cazul unui strat de acoperire cu $\epsilon_n = 0,02$) $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Cine consideră aceste cifre insuficiente, poate merge și mai departe.

- Pe de o parte ar fi aici straturile de acoperire costisitoare Low-E cu emisivitatea imbatabilă din punct de vedere fizic de 2 %, numite frecvent (chiar dacă eronat) „strat de acoperire de 1,0“. Pentru acestea este valabilă în mod aproximativ aceeași imagine ca cea anterioară. Curbele ar fi traslate paralel cu câte o zecime în jos.
- Pe de altă parte, trebuie amintit domeniul extins al geamurilor izolatoare triple (sau, în cazul extrem, chiar cvadruple), cu câte un strat de acoperire Low-E pe fiecare SZR și cu aceleași posibilități de variație a tipurilor de straturi, a spațiilor dintre geamuri și a tipurilor de gaz, gradelor de umplere cu gaz sau chiar a amestecurilor de gaz. Imaginea 3 prezintă exemplificator, pentru patru structuri triple, cum se poate propulsa recordul de izolație termică până la exces.

Valoarea U_g pentru emisivitatea $\epsilon_n=0,04$ Geam izolator triplu Pilkington Optitherm™ SN



Imaginea 2.4

Distanțierul de margine

Materialele distanțierului de margine sunt astăzi optimizate, pentru a reduce pierderea de căldură a acestei punți termice („marginea caldă“). În loc de aluminiu sau oțel zincat se utilizează material plastic (de ex. distanțierul TIS) sau oțel inox. Aici sunt posibile îmbunătățiri ale valorii U cu aprox. $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Geamul cu protecție solară, factorul b, valoarea g, permisivitatea UV

Ca și în cazul vitrajelor de izolație termică, straturile de acoperire Low-e din metale rare constituie astăzi ultima noutate în domeniul geamurilor izolatoare cu protecție solară. În acest fel, se obține o valoare înaltă pentru transmitanța de lumină, cu reducerea concomitentă a gradului total de permisivitate energetică.

Spre deosebire de vitrajul de izolație termică (poz. 3), stratul de acoperire se amplasează în mod normal în poziția 2, adică pe latura interioară a geamului izolator exterior (imaginea 2).

În mod frecvent, la vitrajele de înaltă calitate se alege astăzi o combinație între straturi cu protecție solară în poz. 2 și stratul de protecție termică în poz. 3. Pe lângă straturile de acoperire aproape neutre din punct de vedere cromatic, se pot alege și straturile de acoperire reflectorizate, uzuale în trecut. Utilizarea distanțierului îmbunătățit termic (a se vedea distanțierul de margine) are avantajul suplimentar al diminuării condensului în zona marginală a geamului izolator.

În cazul schimbării ulterioare a fiecărui geam, trebuie să se aibă în vedere faptul că echivalența cromatică și egalitatea perfectă de transparență nu poate fi garantată în cazul geamurilor cu protecție solară rezultate din diferite șarje de producție ale fabricanților. Diferențele sunt vizibile în special la vitrajele cu suprafață mare și la straturile de acoperire cu argint. De asemenea, la vitrajele izolatoare cu strat de acoperire apar distorsiuni vizibile (convexe sau concave), care se explică prin influențele climatice (numite și efect climatic, efect de pompare sau efect de catedră).

Suplimentar față de transmitanța de lumină, permisivitatea UV, gradul total de permisivitate energetică, valoarea U și indexul de redare cromatică, pentru geamurile cu protecție solară mai sunt indicate factorul mediu de permisivitate b și selectivitatea S.

Factorul mediu de permisivitate (factorul b)

Factorul mediu de permisivitate b - numit și „shading coefficient“ - este raportul dintre gradul total de permisivitate energetică (valoarea g) al unui vitraj și valoarea g a unui geam simplu de 3 mm (valoarea g = 87 %), adică $b = g/87$ [%]. Raportat la valoarea g a geamului izolator dublu, rezultă $b = g/80$ [%]

Valoarea g - gradul total de permisivitate energetică

Gradul total de permisivitate energetică g se raportează la domeniul lungimilor de undă între 300 nm și 2500 nm. El reprezintă suma dintre radiația transmisă direct și emisia secundară de căldură spre interior (reflexie și convecție).

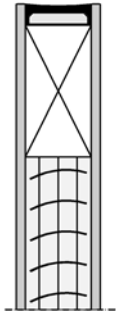
Pentru noul procedeu conform EnEV, trebuie să fie utilizate valorile determinate conform DIN EN 410. Alternativ, se pot utiliza valorile vechi din monitorul federal, dacă acestea sunt majorate cu 2 %.

Permisivitatea UV

Permisivitatea UV pentru radiația ultravioletă este indicată conform DIN EN 410 pentru domeniul lungimilor de undă între 280 nm și 380 nm.

Jaluzeaua în spațiul dintre geamuri

Cu introducerea pe piață a jaluzelelor în SZR din 1995, s-a descoperit o soluție funcțională și, în același timp, elegantă pentru ecranare și deflecție a luminii, în clădirile private, publice și comerciale.



Acționarea jaluzelei cu mână
Acționarea jaluzelei prin motor
Acționarea jaluzelei prin telecomandă

Imaginea 2.5

Avantajele jaluzelei în SZR

- ecranează și împiedică vizibilitatea spre spațiul de locuit și de lucru
- împiedică pătrunderea deranjantă a radiației solare și transportă lumina difuză în centrul încăperii
- realizează o iluminare ideală pentru lucru, de sus, în special pentru locurile de muncă la monitor
- este absolut insensibilă la intemperii și nu necesită întreținere
- se poate monta în toate sistemele uzuale de profile
- nu produce zgomote deranjante la vând, nu există pericol de distrugere la viteze mari ale vântului
- nu influențează negativ configurația fațadei, pentru că nu este necesară nicio elevație

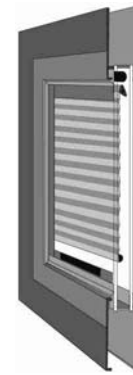
Montarea în geamul izolator protejează jaluzelele foarte bine împotriva prafului, impurităților, deteriorărilor produse de apă și umiditate, deteriorărilor mecanice, precum și deteriorărilor specifice.

Ruloul compact în spațiul dintre geamuri

O nouă soluție tehnică sunt rulourile compacte, fabricate din folie de poliester și cu strat de aluminiu aplicat prin vaporizare pe ambele părți. Grosimea stratului de aluminiu determină componenta de transmisie a luminii. Aceste rulouri compacte există în variante tehnice cu grade de transmisie 0 % = protecție contra vizibilității, 1 % = transparență parțială și 6 % = transparență ridicată..

Folia este imprimată într-o structură ondulată, ceea ce contribuie la stabilitatea mecanică a sa în interiorul spațiului dintre geamuri. Acționarea se realizează cu un motor de curent continuu. Ruloul și acționarea electrică posedă compactitatea necesară pentru o integrare completă în spațiul dintre geamuri.

Alte avantaje și față de jaluzele sunt:



- protecție optică optimizată datorită ecranării cromatice a locurilor de muncă la monitoare, în condiții de vizibilitate spre exterior
- fără fâșii, ca în cazul sistemelor de jaluzele
- valoarea g redusă are ca efect economii de energie pentru răcire pe timpul verii și creșterea gradului de confort prin reducerea considerabilă a temperaturii geamului interior
- protecție solară (factorul de reducere Fc) comparabilă cu protecția solară din exterior
- valoarea U redusă are ca efect economii de energie pe timpul iernii

Imaginea 2.5

Considerații termo-tehnice asupra șprosurilor

Deoarece influența șprosurilor asupra transmisiei căldurii nu a fost luată în considerare suficient până acum, institutul ift Rosenheim a determinat valorile $\Psi_{\text{špros}}$ pentru construcțiile cu șprosuri, ținând seama de calculul coeficienților (valorilor) de permeabilitate termică raportați la unitatea de lungime pentru distanțierile geamurilor izolatoare multiple, în conformitate cu prEN 10077. Pentru calculul valorii U_w a unei ferestre cu șprosuri, formula cunoscută din DIN EN ISO 10077-1 este extinsă cu valoarea coeficientului de permeabilitate termică raportată la lungime, $\Psi_{\text{špros}}$.

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + l_g \psi_g}{A_g + A_f} + \frac{l_{\text{špros}} \cdot \psi_{\text{špros}}}{A_g \cdot A_f}$$

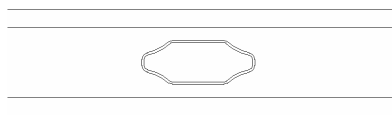
$\Psi_{\text{špros}}$

coeficientul de permeabilitate termică, raportat la unitatea de lungime, a construcției cu șprosuri, în W/(mK)

$l_{\text{špros}}$

lungimea construcției cu șprosuri în m

Șproslu în spațiul dintre geamuri



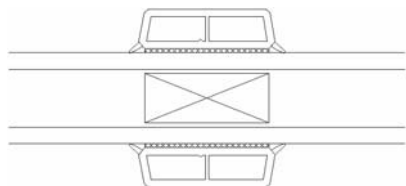
Imaginea 2.7

$\Psi_{\text{șpros}}$ și valoarea U_w pentru un șpros în spațiul dintre geamuri

| Structura vitrajului | $\Psi_{\text{șpros}}$ în W/(mK) | U_w în W/(mK) |
|--|---------------------------------|-----------------|
| 4/16/4, 90% argon, $\epsilon_{n,3}=0,04$ | 0,01 | 0,02 |
| 4/16/4, aer, $\epsilon_{n,3}=0,1$ | 0,02 | 0,02 |

Tabelul 2.2

Șproslu cu distanțier în spațiul dintre geamuri



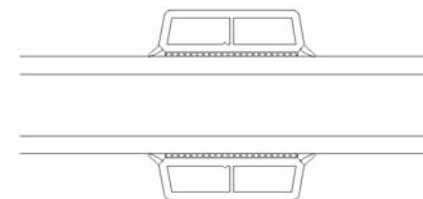
Imaginea 2.8

$\Psi_{\text{șpros}}$ și valoarea U_w pentru un șpros lipit cu distanțier în spațiul dintre geamuri

| Structura vitrajului | $\Psi_{\text{șpros}}$ în W/(mK) | U_w în W/(mK) |
|--|---------------------------------|-----------------|
| 4/16/4, 90% argon, $\epsilon_{n,3}=0,04$ | 0,03 | 0,04 |
| 4/16/4, aer, $\epsilon_{n,3}=0,1$ | 0,03 | 0,03 |

Tabelul 2.3

Șproslu fără distanțier în spațiul dintre geamuri



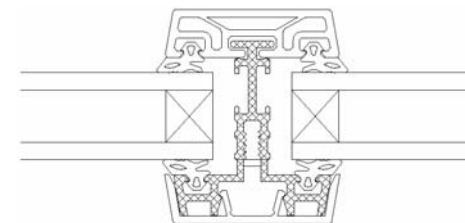
Imaginea 2.9

$\Psi_{\text{șpros}}$ și valoarea U_w pentru un șpros lipit fără distanțier în spațiul dintre geamuri

| Structura vitrajului | $\Psi_{\text{șpros}}$ în W/(mK) | U_w în W/(mK) |
|--|---------------------------------|-----------------|
| 4/16/4, 90% argon, $\epsilon_{n,3}=0,04$ | 0,01 | 0,02 |
| 4/16/4, aer, $\epsilon_{n,3}=0,1$ | 0,02 | 0,02 |

Tabelul 2.4

Șpros care împarte foaia de sticlă



Imaginea 2.10

$\Psi_{\text{șpros}}$ și valoarea U_w pentru un șpros care împarte foaia de sticlă

| Structura vitrajului | $\Psi_{\text{șpros}}$ în W/(mK) | U_w în W/(mK) |
|--|---------------------------------|-----------------|
| 4/16/4, 90% argon, $\epsilon_{n,3}=0,04$ | 0,16 | 0,19 |
| 4/16/4, aer, $\epsilon_{n,3}=0,1$ | 0,13 | 0,15 |

Tabelul 2.5

Consecințe:

În practică, influența șprosurilor asupra transmisiei căldurii se poate atesta prin verificarea conform DIN EN ISO 12567-1 sau prin calcul conform DIN EN ISO 10077-2. GEALAN recomandă în toate cazurile efectuarea unui calcul exact, în funcție de posibilități, deoarece se pot pune la dispoziție valori mai exacte în acest sens. Pentru construcțiile cu șprosuri la care nu există o certificarea detaliată, se va utiliza o valoare de corecție conform DIN V 4108-4 (v. tabelul).

| Structura vitrajului | Valoarea de corecție U_w în $W/(m^2K)$ |
|---|--|
| Șpros aplicat | + 0,0 |
| Șpros în spațiul dintre geamuri (șprosuri simple, în cruce) | + 0,1 |
| Șpros în spațiul dintre geamuri (șprosuri multiple, în cruce) | + 0,2 |

Tabelul 2.6

Calculule prezentate și valorile de corecție indicate de ift Rosenheim arată că șprosurile aplicate (lipite) fără șprosuri distanțiere duc la o diminuare a transmisiei căldurii. Dacă nu există nicio certificare detaliată prin verificare sau calcul, influența șprosurilor aplicate (lipite) asupra valorii U_w a ferestrelor poate fi neglijată.

Perspectivă tabelară a mărimilor realizabile

| Valoarea U_g dorită (W/m^2K) | Emisivitatea ϵ_n stratului de acoperire Low-E | Structura geamului izolator | Gaz inert (restul aer) | Gradul minim de umplere (%) |
|------------------------------------|--|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1,0 | 0,04 | 4-10-4 | Krypton | 94 |
| (1,0) | (0,02) | (4-16-4) | (Argon) | (100) |
| 1,0 | 0,02 | 4-10-4 | Krypton | 86 |
| 0,9 | 0,04 | 4-8-4 | Xenon | 90 |
| 0,9 | 0,02 | 4-8-4 | Xenon | 86 |
| 0,8 | 0,04 | 4-8-4 | Xenon | 94 |
| 0,8 | 0,04 | 4-10-4-10-4 | Argon | 91 |
| 0,8 | 0,02 | 4-8-4 | Xenon | 91 |
| 0,8 | 0,02 | 4-10-4-10-4 | Argon | 80 |
| 0,7 | 0,04 | 4-12-4-12-4 | Argon | 88 |
| 0,7 | 0,02 | 4-8-4 | Xenon | 95 |
| 0,7 | 0,02 | 4-12-4-12-4 | Argon | 80 |
| 0,6 | 0,04 | 4-8-4-8-4 | Krypton | 95 |
| 0,6 | 0,02 | 4-8-4-8-4 | Krypton | 90 |
| 0,5 | 0,04 | 4-8-4-8-4 | Xenon | 88 |
| 0,5 | 0,02 | 4-8-4-8-4 | Xenon | 83 |
| 0,4 | 0,02 | 4-8-4-8-4 | Xenon | 93 |

Tabelul 2.7

(toate valorile calculate conform DIN EN 673)

Structurile care ating valoarea U_g dorită cu gradul de umplere cu gaz realizabil practic de 90% sunt marcate colorat și tipărite cu litere groase. În cazul gradelor de umplere mai mari de 90%, posibilitatea de producție în condiții normale este tot proporțional de problematică. Acest lucru este valabil tocmai la structurile pentru care ar fi necesare grade de umplere cu gaz mai mari de 95%; de aceea, ele nu mai sunt executate, pe motivul lipsei de relevanțe practice.

O excepție (între paranteze) în tabelul 2.7 o constituie numai stratul de acoperire menționat anterior „de 1,0” cu emisivitatea sa $\epsilon_n = 0,02$ a cărei limită nu mai poate fi depășită inferior din punct de vedere fizic, cu o umplutură normală de argon. Pur matematic, cu acesta se poate obține valoarea U_g de 1,0 W/m^2K , dacă spațiul său SZR de 16 mm se poate umple cu exact 100% argon, însă cu niciun procent mai puțin! Numai în scopuri comparative, cu acest exemplu se dorește să se arate că geamurile duble „de 1,0” cu argon nu pot fi construite în condiții realiste conform normelor valabile astăzi!

3.) Fonoizolația

Mărirea evaluată a fonoizolației R_w

Mărirea fonoizolației R a unei componente este dependentă de frecvența sunetului, domeniul de acustică a construcțiilor întinzându-se între 100 Hz și 3150 Hz. Cu valoarea R este indicat raportul logaritm în bază 10 dintre puterea acustică incidentă pe componentă și puterea acustică emisă de componentă.

O îmbunătățire a fonoizolației cu 10 dB produce, de aceea, o înjumătățire a puterii acustice emise.

Mărirea evaluată a fonoizolației R_w este determinată, în conformitate cu DIN EN 20140 T. 3, prin măsurare în comparație cu o curbă de referință și se indică în [dB].

Valorile fonoizolației unei componente sunt înscrise mai întâi, în funcție de frecvență, pe o diagramă, pe care se trec frecvența între 100 și 3150 Hz și valorile respective pentru fonoizolație [dB]. În acest fel se poate observa exact mărirea fonoizolației pe diferite domenii de frecvență. Pentru simplificare, această diagramă este comparată apoi cu o diagramă normată conform DIN 4109 și, cu ajutorul unor ecuații, este redusă la o valoare indicată în [dB(a)].

Valorile de adaptare spectrală C și C_{tr}

Pentru adaptarea măsurilor de fonoizolație la anumite surse standard de zgomot, determinate de ex. cu un spectru sonor, s-au introdus valorile de adaptare spectrală C și C_{tr} . În acest fel, se poate insista punctual asupra situațiilor acustice respective încă din faza de proiectare. Mărimile evaluate ale fonoizolației sunt corectate cu valorile de adaptare spectrală.

Valoarea de adaptare C (spectrul 1) ia în calcul următoarele surse de zgomot:

- Activitatea în spații de locuit
- Joaca copiilor
- Transportul pe șine cu viteză medie și mare
- Circulație pe autostradă > 80 km/h
- Avioane cu reacție la mică distanță
- Întreprinderi care emit zgomot predominant de frecvențe medii și înalte

Valoarea de adaptare C_{tr} (spectrul 2) ia în calcul următoarea sursă de zgomot:

- Traficul stradal urban
- Transportul pe șine cu viteză redusă
- Avioane cu elice
- Avioane cu reacție la distanță mare
- Muzică disco
- Întreprinderi care emit zgomot predominant de frecvențe joase și medii

Rășină pentru turnat / geamul compound (VG)

Structura geamului compound (VG) corespunde celei a VSG, însă nu se utilizează folii PVB ca materiale intermediare, ci alte materiale, în mod normal rășini de reacție cu grosimea cuprinsă între 1 mm și 4 mm.

Avantajele tehnice de producție și în aplicațiile speciale (de ex. geamul compound cu celule solare interioare) fac foarte interesantă utilizarea geamului compound. Dacă se dorește, spre exemplu, producerea de geamuri subțiri și lungi, care trebuie să fie prevăzute cu orificii, rășinile pentru turnat ajută la minimizarea mai bună a toleranțelor decât procesul de laminare a VSG. Rășinile de turnat se pot utiliza ca material unicomponent cu întărire la lumina UV sau ca material multicomponent. Materialele unicomponente prezintă avantaje la prelucrare. Sunt preferate în special geamurile de protecție fonică din sticlă compound cu rășină de turnat, deoarece rășina de turnat poate fi modelată în compoziția sa pentru domenii speciale de frecvențe.

Geamuri fonoizolatoare cu folie

În domeniul fonoizolației sunt oferite și folii speciale de fonoizolație. Optilam Phon este un geam compound cu folie specială de grosime 0,76 mm sau 1,14 mm, care prezintă proprietăți fonoizolante remarcabile. Optilam Phon poate fi utilizat ca geam simplu fonoizolant sau poate fi reperlucrat până la obținerea geamului izolator de protecție fonică PHONSTOP® L. Toate structurile PHONSTOP® L au un spațiu dintre geamuri de 16 mm și umplutură cu argon, astfel încât sunt posibile valori U de până la 1,0 W/m²K.

Umpluturile cu gaz

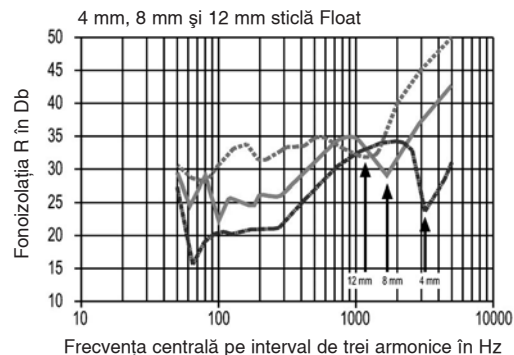
Prin utilizarea gazelor cu greutatea specifică mai mare decât aerul, de ex. hexafluorură de sulf (SF₆), se poate ridica valoarea fonoizolației geamului (valoarea R_w). Însă geamurile umplute cu gaz prezintă o fonoizolație mai scăzută, în special la frecvențe joase, față de geamurile umplute cu aer având aceeași valoare R_w . Acest lucru trebuie să fie avut în vedere în cazul zgomotului de trafic cu o cotă crescută de frecvențe joase (de ex. străzi cu trafic de camioane grele). De aceea, certificatele de verificare a geamurilor vor conține pe viitor, suplimentar față de mărirea fonoizolației R_w , și o valoare de adaptare spectrală C_{tr} (tr = Traffic), care oferă informații asupra diminuării izolației față de zgomotul produs de traficul stradal. Oficiul federal de mediu recomandă să se renunțe la geamurile de protecție fonică cu SF₆, în scopul protecției climatei. Umpluturile cu hexafluorură de sulf (SF₆) din geamurile de sticlă fonoizolantă contribuie la efectul de seră. SF₆ face parte din grupa gazelor care afectează clima, cu potențiale ridicate de producere a efectului de seră. O tonă (t) de SF₆ afectează atmosfera cu un ordin de mărime care corespunde echivalentului a 24.000 t dioxid de carbon (CO₂). Aproximativ jumătate din emisiile actuale de SF₆ provin din geamurile de sticlă fonoizolantă. La o durată de viață medie a geamurilor izolatoare de 25 de ani, întreaga cantitate de gaz este eliminată în atmosferă cel târziu la evacuarea ca deșeu a geamurilor. Datorită introducerii geamurilor umplute cu gaz în urmă cu aprox. 20 de ani, pe viitor se va înregistra o creștere a cantității gazelor de umplere eliminate în atmosferă. Acest lucru duce la ridicarea ratei emisiilor, chiar și în cazul renunțării imediate la umplerea cu SF₆. Umplerea cu SF₆ este dezavantajoasă și sub aspectul economiei de

energie, deoarece SF6 diminuează izolația termică a geamurilor.

Comportamentul la rezonanță, diferite grosimi de geam

Așa cum am arătat, sunetul se propagă în unde, prin stimularea de către fiecare moleculă a mediului său. Datorită acestui tip de transmisie, sunetul suferă o amortizare naturală (la o distanță de 100 metri de un partener de discuție, nu se mai înțelege ce vorbește acesta, în condiții de „intensitate sonoră normală”). Această amortizare este dependentă de mediu, iar în cazul sticlei este considerabil mai mare decât în aer. Cea mai simplă modalitate de a obține fonoizolație este, așadar, utilizarea sticlei. Astfel, un geam simplu de 12 mm are o valoare R_w de 34 dB, un geam de 4 mm însă numai 29 dB.

Influența grosimii geamului asupra frecvenței de coincidență



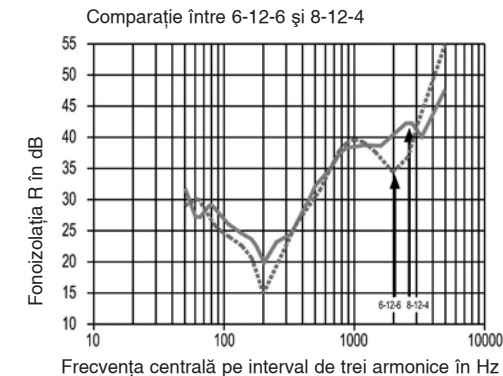
Imaginea 3.1

Dacă se compară spectrele sticlei Float de 4 mm, 8 mm și 12 mm, se observă că fiecare dintre aceste spectre are o cădere în partea dreaptă. Așa-numita frecvență de coincidență este specifică materialului și depinde de grosime. Ca regulă generală:

$$f_g \approx \frac{12000 \text{ Hz}}{d}$$

Conform acestei formule, f_g pentru sticla Float de 4 mm se situează la 3000 Hz, pentru sticla Float de 8 mm la 1500 Hz și pentru sticla Float de 12 mm la 1000 Hz, ceea ce coincide foarte bine cu spectrele din imaginea 6. Dacă se alege așadar o structură de geamuri izolatoare cu grosimi care diferă mult între ele (de ex. 4-12-8), geamul exterior permite trecerea sunetelor în jurul frecvenței de 3000 Hz, însă această componentă este filtrată de geamul interior.

Configurația asimetrică a sticlei pentru diminuarea coincidenței



Imaginea 3.2

Prin această configurație asimetrică, se poate reduce considerabil căderea din domeniul de coincidență, așa cum arată imaginea 7.

Influența mărimii geamului

Fonoizolația geamurilor este dependentă și de mărimea acestora, precum și de formatul geamului; la geamuri mai mari de 2 m², ea este mai scăzută decât în standul de verificare, măsurat conform DIN 52210. Formatele pătrate de geamuri au proprietăți mai scăzute decât formatele lungi și dreptunghiulare.

Perspectivă tabelară a valorilor de izolație realizabile

Tocuri / cercevele (mărime normală 1,23 x 1,48 m).

Prin noile tehnologii, are loc o îmbunătățire continuă a valorilor de fonoizolație a geamurilor. Acest lucru face necesară realizarea continuă de noi măsurări pentru ferestre întregi. Cele mai noi buletine de încercare se pot solicita la departamentul Architektenberatung (Consultanță de arhitectură) al firmei GEALAN.

Sistemul de profile S3000

| Geam | Rezultatul încercării |
|----------------|------------------------|
| 4-16-4 | $R_{w,P} = 32 - 34$ dB |
| 6-16-4 | $R_{w,P} = 37 - 40$ dB |
| 9GH-16-6 | $R_{w,P} = 42 - 44$ dB |
| 10-15-VSG SI 8 | $R_{w,P} = 45$ dB |
| 9GH-20-13GH | $R_{w,P} = 47$ dB |

Tabelul 3.1

Sistemul de profile S7000 IQ

| Geam | | Rezultatul încercării |
|-------------|---------------|-----------------------|
| 4-16-4 | (32 dB) | $R_{w,p} = 35$ dB |
| 4-20-4 | | $R_{w,p} = 36$ dB |
| 6-16-4 | (35 dB) | $R_{w,p} = 38$ dB |
| 8-12-4 | (38 dB / SF6) | $R_{w,p} = 39$ dB |
| 8-16-4 | (37 dB) | $R_{w,p} = 40$ dB |
| VSG9-16-4 | (39 dB) | $R_{w,p} = 40$ dB |
| VSG10-16-4 | | $R_{w,p} = 40$ dB |
| VSG17-8-6 | | $R_{w,p} = 41$ dB |
| 9GH-12-6 | (44 dB / SF6) | $R_{w,p} = 43$ dB |
| 9GH-14-13GH | (52 dB / SF6) | $R_{w,p} = 47$ dB |

Tabelul 3.2

Sistemul de profile S8000 IQ (4 camere)

| Geam | | Rezultatul încercării |
|----------------------|---------------|------------------------|
| 4-16-4 | (32 dB) | $R_{w,p} = 34$ dB |
| 6-16-4 | (38 dB / SF6) | $R_{w,p} = 39$ dB |
| 8-16-4 | (37 dB) | $R_{w,p} = 39$ dB |
| 9GH-16-6 | (45 dB / SF6) | $R_{w,p} = 42 - 43$ dB |
| VSG SI 8-16-6 | (42 dB) | $R_{w,p} = 43$ dB |
| VSG SI 8-16-VSG SI 8 | (44 dB) | $R_{w,p} = 46 - 47$ dB |
| 9GH-14-13GH | (52 dB / SF6) | $R_{w,p} = 49$ dB |

Tabelul 3.3

Sistemul de profile S8000 IQ (6 camere)

| Geam | | Rezultatul încercării |
|----------------------|---------|-----------------------|
| 4-16-4 | (32 dB) | $R_{w,p} = 34$ dB |
| 8-16-4 | (37 dB) | $R_{w,p} = 39$ dB |
| VSG SI 8-16-6 | (42 dB) | $R_{w,p} = 42$ dB |
| VSG SI 8-16-VSG SI 8 | (44 dB) | $R_{w,p} = 45$ dB |
| VSG SI 8-24-10 | (47 dB) | $R_{w,p} = 46$ dB |

Tabelul 3.4

4.) Geamuri pentru protecția anti-efracție

În acest paragraf sunt descrise exclusiv cerințele impuse geamurilor pentru protecția persoanelor și obiectivelor. Mai multe informații referitoare la tema „protecția anti-efracție” sunt prezentate în manualul practic nr. 9 „Protecția anti-efracție”.

Folia specială pentru fereastra cu geamul de siguranță duplex (VSG)

Ca folie între geamurile de siguranță duplex se utilizează de obicei folia de polivinil-butiral (PVB) cu grosimea de 0,38 mm. Aceasta este elastică și are o rezistență la rupere foarte mare, deoarece prezintă aderență înaltă pe sticlă. În funcție de grosimea și numărul de folii utilizate, transparența „obișnuită a sticlei” geamurilor de siguranță duplex suferă influențe negative. Pentru modelarea aspectului fațadelor, sunt disponibile și folii mate sau colorate.

În cazul geamurilor VSG utilizate pentru protecția împotriva vătămarilor în caz de spargere, este suficientă o folie PVB simplă cu grosimea de 0,38 mm; de ex. vitraje P1A conform DIN EN 356 sau la vitraje A1. În cazul vitrajelor deasupra nivelului capului și al celor cu siguranță anti-cădere, trebuie să se utilizeze minim două folii, astfel încât să se obțină o grosime totală de folie de 0,76 mm. În toate celelalte cazuri, modalitatea de îndeplinire a cerințelor impuse geamurilor de siguranță corespunzătoare revine producătorului de geamuri plane. Astfel, pentru îndeplinirea unor cerințe speciale, poate fi necesară utilizarea a 3 sau mai multe straturi de folie PVB.

Folia specială pentru fereastra cu geamul de siguranță duplex (VSG)

Ferestrelor cu protecție anti-efracție ale vitrajului li se impun diferite cerințe, conform DIN V ENV 1627 și urm., în funcție de clasa de rezistență solicitată. Pentru comparație, în tabelul următor sunt enumerate în paralel cerințele claselor de rezistență respective impuse geamurilor cu notațiile vechi, conforme DIN 52290, cerințe prevăzute de norma EN 356.

| Clasa de rezistență DIN V ENV 1627 | Vitraj conform DIN 52290 (vechi) | Vitraj conform DIN EN 356 |
|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| WK 1 | Niciuna * | Niciuna* |
| WK 2 | A3 | P4A |
| WK 3 | B | P6B** |
| WK 4 | B2 | P6B |
| WK 5 | B2 | P7B |
| WK 5 | B3 | P8B |

Tabelul 4.1

*) Trebuie să se utilizeze un geam de siguranță duplex.

***) Pentru corelarea buletinelor de încercare existente. În cadrul noilor încercări, este permisă utilizarea unui vitraj **P5A** conform DIN EN 356.

Suplimentar, există și cerințe ale VdS cu clase de rezistență proprii, asupra descrierii căroră nu se insistă aici.

Configurația sticlei și masele geamurilor izolatoare duble cu clasele de protecție

Lista produselor disponibile în medie pe piață:

| Vitraj conform DIN EN 356 | Vitraj conform DIN 52290 (vechi) | Grosimea minimă cu SZR 16 mm în mm | Masa aprox. în Kg/m ² |
|---------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| P4A | A03 | 30 | 30 |
| P5A | A03 | 31 | 32 |
| Vitraj conform DIN EN 356 | Vitraj conform DIN 52290 (vechi) | Grosimea minimă cu SZR 8 mm în mm | Masa aprox. în Kg/m ² |
| P6B | B1 | 32 | 52 |
| P6B | B1 | 37 | 66 |
| P7B | B2 | 38 | 68 |
| P7B | B2 | 45 | 86 |
| P8B | B3 | 50 | 90 |

Tabelul 4.2

4.3 Clasele de protecție antiglonț

Cerințele și procedeele de verificare pentru protecția antiglonț a ferestrelor și ușilor sunt reglementate în normele DIN EN 1522 (cerințele) și DIN EN 1523 (procedeele de verificare). Geamurile necesare sunt definite în DIN EN 1063.

Această verificare prevede împușcarea geamului de verificare, traiectoriile proiectilelor fiind la o distanță reciprocă fixată. Clasele de rezistență diferă prin calibrul utilizat. Suplimentar, se mai face o distincție între împușcarea cu sau fără schije.

Întrucât toate vitrajele anti-glonț sunt produse din geam de siguranță duplex cu structură multi-strat și asimetrică, aceste tipuri de geam dispun, firește, de o protecție anti-efracție îmbunătățită.

| Clasele conform EN 1522 și EN 1523 | Armă / calibrul | Vitraj conform DIN 52290 | Vitraj conform DIN EN 1063 |
|------------------------------------|--|--------------------------|----------------------------|
| FB 1 | Carabină / 22 LR | - | BR1 |
| FB 2 | Pistol / 9 mm Luger | C1 | BR2 |
| FB 3 | Pistol / .357 Mag. | C2 | BR3 |
| FB 4 | Pistol / .357 Mag. Pistol / .44 Rem. Mag | C3 | BR4 |
| FB 5 | Carabină / 5,56 x 45 | - | BR5 |
| FB 6 | Carabină / 5,56 x 45 Carabină / 7,62 x 51 | C4 | BR6 |
| FB 7 | Carabină / 7,62 x 51 | C5 | BR7 |

Tabelul 4.3

| Vitraj conform DIN EN 1063 | Vitraj conform DIN 52290 (vechi) | Grosimi minime pentru variantele de geamuri izolatoare | Masa aprox. în Kg/m ² |
|----------------------------|----------------------------------|--|----------------------------------|
| BR1 | - | 21/27 | 30/44 |
| BR2 | C1 | 31/39 | 54/74 |
| BR3 | C2 | 32/47 | 55/93 |
| BR4 | C3 | 36/53 | 65/107 |
| BR5 | - | 43/59 | 76/123 |
| BR6 | C4 | 49/75 | 93/162 |
| BR7 | C5 | 81 | 177 |

Tabelul 4.4

În cazul vitrajelor anti-glonț, în DIN EN 1063 există parțial, comparativ cu norma veche DIN 52290, pe lângă notațiile noi, modificări clare în ce privește criteriile de încercare. Din acest motiv, clasele de rezistență sunt comparabile între vechea normă DIN 52290 și cea actuală DIN EN 1063 numai în condiții restrictive.

Fără măsuri suplimentare speciale, ferestrele din plastic nu sunt adecvate pentru elementele anti-glonț. Mai multe informații referitoare la tema protecție antiglonț se găsesc, spre exemplu, pe pagina de internet a oficiului Beschussamt Ulm: www.beschussamt-ulm.de

4.4 Geamurile pentru alarmă

Geamurile pentru alarmă sunt construite din sticlă securizată cu o singură foaie (ESG), pe care este imprimată sau aplicată prin ardere o buclă conductoare electric pentru sistemul de alarmă. Această buclă conductoare sau textură de alarmă este conectată la o instalație de alarmă. În cazul unui atac asupra geamului, sticla securizată cu o singură foaie se sparge pe toată suprafața în fragmente mici, întrerupând astfel bucla conductoare care declanșează instalația de alarmă. La geamurile izolatoare, sticla securizată cu o singură foaie trebuie să se afle pe partea pe care survine atacul.

Conform unei recomandări a VdS, textura de alarmă la geamurile izolatoare trebuie să fie poziționată întotdeauna în partea de sus. Acest lucru este recomandat și de mulți producători de geamuri izolatoare.

Deoarece geamurile cu textură de alarmă sunt supuse din fabricație unor restricții de mărime, arhitectul trebuie să se informeze la producătorul de geamuri asupra acestor restricții încă din faza de proiectare.

O nouă soluție tehnică în domeniul geamurilor pentru alarmă folosește proprietățile conductoare electrice ale stratului de acoperire funcțional de pe geam cu o unitate de evaluare post-conectată. Sunt posibile asemenea geamuri pentru alarmă cu aproape toate straturile funcționale, dacă ele sunt conductoare electrice și pot fi prelucrate până la stadiul de ESG (sticlă securizată cu o singură foaie). Stratul de alarmă poate fi utilizat în poziția 2, așa cum cere VdS, sau în poziția 3. La utilizarea în poziția 2, se va avea în vedere faptul că valoarea g a geamurilor izolatoare se diminuează cu o cantitate minoră.

Această soluție tehnică este verificată în prezent de VdS. Avantajul este acela că protecția este invizibilă.

5.) TRAV (reguli tehnice pentru utilizarea de vitraje cu siguranță anti-cădere)

Când este necesară siguranța anti-cădere?

Pentru așa-numita siguranță anti-cădere laterală, trebuie să se aibă permanent în vedere existența unei diferențe de înălțime de cel puțin 100 cm pe ambele părți ale vitrajului (în landul Bavaria, până în prezent începând de la 50 cm).

Siguranța anti-cădere este necesară numai dacă vitrajul (sau o parte a acestuia) ajunge până sub nivelul mâinii curente. În mod normal, acesta este un domeniu de până la 90 cm deasupra pardoselii, însă poate fluctua, în funcție de reglementările locale în construcții, între limitele de 80 - 110 cm.

Ce geamuri sunt necesare în zona siguranței anti-cădere?

Ca vitraj adecvat se mai acceptă practic numai geamul de siguranță duplex! Și anume, începând de la 2 x 4 mm în sus, chiar dacă nu este prescrisă explicit niciunde o grosime minimă a geamului. Însă versiunea economică VSG de 6 mm, atât de preferată în trecut pe piață, se poate considera eliminată complet din calcul. Chiar și „structurile de geamuri cu siguranță la șoc certificată“ din fiecare categorie (tabelele) încep numai de la VSG 8 mm cu 0,76 mm PVB.

Tabelele din categorii se vor considera ca ajutor practic și mijloc de facilitare pentru certificare. Ele enumeră geamuri care au fost executate și testate în anii precedenți pentru diverse obiective. Cel mai mare avantaj: aceleași structuri de geamuri ca și în tabel pot fi utilizate fără certificări suplimentare de siguranță la șoc. Acest lucru ușurează munca proiectantului, executantului și autorităților. Din păcate, cu un anume preț: sunt enumerate numai geamurile izolatoare care au un contra-geam ESG, ceea ce, de altfel, nu ar fi obligatoriu.

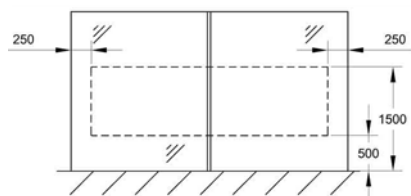
Sticla cu inserție de sârmă pentru oglinzi, care nu mai figurează, oricum, în Germania de mai mulți ani ca sticlă de siguranță, mai are voie să fie utilizată numai în cazuri speciale; acestea sunt atât de rare, încât nu are rost să insistăm asupra lor.

În cazul geamurilor izolatoare, geamul VSG trebuie să fie întotdeauna cu fața spre „latura supusă la șoc“! Aceasta este, în cele mai multe cazuri, latura de pe partea spațiului interior, deci aceea în care este posibil ca persoanele să vină spre vitraj. Tipul de contra-geam/geam exterior poate fi ales arbitrar, dacă nu există cerințe suplimentare.

Se face distincție între trei domenii esențiale de aplicabilitate, numite „categoriile” A, B și C.

Categoria A

Vitraje verticale, care servesc la preluarea directă a sarcinii mâinii curente, de ex. vitraje de înălțimea spațiului, care nu posedă montanți pentru amortizarea solicitărilor statice la înălțimea mâinii curente.



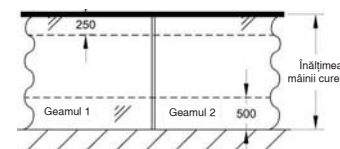
| Cat. | Tip | Rezemare liniară | Lățimea [mm] | | Înălțimea [mm] | | Configurația sticlei [mm] (din interior* spre exterior) | |
|------|--------|-------------------|--------------|------|----------------|------|--|----|
| | | | min. | max. | min. | max. | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| A | MIG | Pe toate laturile | 500 | 1300 | 1000 | 2000 | 8 ESG/ SZR/ 4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG | 1 |
| | | | 1000 | 2000 | 500 | 1300 | 8 ESG/ SZR/ 4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG | 2 |
| | | | 900 | 2000 | 1000 | 2100 | 8 ESG/ SZR/ 5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG | 3 |
| | | | 1000 | 2100 | 900 | 2000 | 8 ESG/ SZR/ 5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG | 4 |
| | | | 1100 | 1500 | 2100 | 2500 | 5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG/ SZR/ 8 ESG | 5 |
| | | | 2100 | 2500 | 1100 | 1500 | 5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG/ SZR/ 8 ESG | 6 |
| | | | 900 | 2500 | 1000 | 4000 | 8 ESG/ SZR/ 6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG | 7 |
| | | | 1000 | 4000 | 900 | 2500 | 8 ESG/ SZR/ 6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG | 8 |
| | | | 300 | 500 | 1000 | 4000 | 4 ESG/ SZR/ 4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG | 9 |
| | | | 300 | 500 | 1000 | 4000 | 4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG/ SZR/ 4 ESG | 10 |
| | Simplu | Pe toate laturile | 500 | 1200 | 1000 | 2000 | 6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG | 11 |
| | | | 500 | 2000 | 1000 | 1200 | 6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG | 12 |
| | | | 500 | 1500 | 1000 | 2500 | 8 SPG/ 0,76 PVB/ 8 SPG | 13 |
| | | | 500 | 2500 | 1000 | 1500 | 8 SPG/ 0,76 PVB/ 8 SPG | 14 |
| | | | 1200 | 2100 | 1000 | 3000 | 10 SPG/ 0,76 PVB/ 10 SPG | 15 |
| | | | 1000 | 3000 | 1200 | 2100 | 10 SPG/ 0,76 PVB/ 10 SPG | 16 |
| | | | 300 | 500 | 500 | 3000 | 6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG | 17 |
| | | | 300 | 500 | 500 | 3000 | 6 SPG/ 0,76 PVB/ 6 SPG | 17 |

Tabelul 5.1

*: Prin „interior” se înțelege partea sususă a atacului, iar prin „exterior” partea de cădere a vitrajului
MIG: geamuri izolatoare multiple
SZR: spațiul dintre geamuri, cel puțin 12 mm
SPG: sticlă reflectorizată (sticlă Float)
ESG: geam securizat cu o singură foaie din sticlă reflectorizată
PVB: folie din polivinil-butiral

Categoria B

Parapeți din sticlă portantă, rezemați liniar în punctul de bază printr-o construcție de prindere, ale căror elemente de vitrare sunt solidare (fiecare separat) cu o mână curentă portantă, neîntreruptă.



| Lățimea în mm | | Înălțimea în mm | | Configurația sticlei în mm |
|---------------|------|-----------------|------|------------------------------|
| min. | max. | min. | max. | |
| 500 | 2000 | 900 | 1100 | (10 ESG/ 1,52 PVB/ 10 ESG) |
| 500 | 2000 | 900 | 1100 | (10 TVG/ 1,52 PVB/ 10 TVG) |

Tabelul 5.2

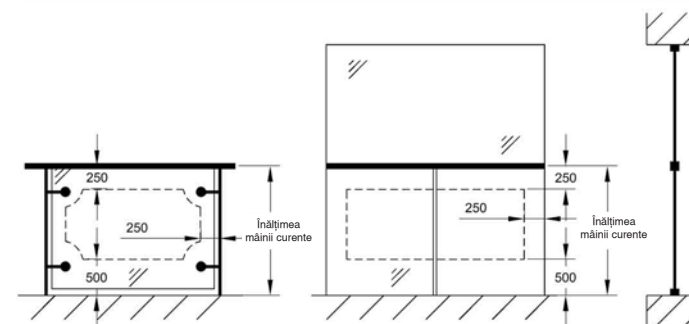
Categoria C1 – C3 vitraje cu suprafață plană

C1

Umpluturi între parapeți, cu rezeme liniare pe: cel puțin două laturi opuse și/sau cel puțin punctiforme.

C2

Vitraje verticale amplasate sub un zăvor transversal cu amortizare a solicitărilor statice, amplasate la înălțimea mâinii curente și rezemate pe cel puțin două laturi liniare opuse



| Cat. | Tip | Rezervare liniară | Lățimea [mm] | | Înălțimea [mm] | | Configurația sticlei [mm] (din interior spre exterior) | |
|------|--------|--------------------------------------|--------------|------|----------------|------|---|--|
| | | | min. | max. | min. | max. | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| C1 | MIG | Pe toate laturile | 500 | 2000 | 500 | 1000 | | |
| | | | 500 | 1300 | 500 | 1000 | | |
| și | | Pe două laturi, sus și jos | 1000 | Arb. | 500 | 1000 | | |
| | | | | | | | | |
| C2 | Simplu | Pe toate laturile | 500 | 2000 | 500 | 1000 | | |
| | | | 1000 | Arb. | 500 | 800 | | |
| | | | 800 | Arb. | 500 | 1000 | | |
| | | | 800 | Arb. | 500 | 1000 | | |
| | | | 500 | 800 | 1000 | 1100 | | |
| | | Pe două laturi, stânga și dreapta | 500 | 1000 | 800 | 1100 | | |
| | | | 500 | 1000 | 800 | 1100 | | |

Tabelul 5.3

*: Prin „interior” se înțelege partea supusă atacului, iar prin „exterior” partea de cădere a vitrajului
MIG: geamuri izolatoare multiple
SZR: spațiul dintre geamuri, cel puțin 12 mm
SPG: sticlă reflectorizată (sticlă Float)
ESG: geam securizat cu o singură foaie din sticlă reflectorizată
PVB: folie din polivinil-butiral

C3

Mână curentă cu amortizare a solicitărilor statice, amplasată frontal



| Cat. | Tip | Rezervare liniară | Lățimea [mm] | | Înălțimea [mm] | | Configurația sticlei [mm] (din interior spre exterior) | |
|------|--------|-------------------|--------------|------|----------------|------|---|--|
| | | | min. | max. | min. | max. | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| C 3 | MIG | Pe toate laturile | 500 | 1500 | 1000 | 3000 | 6 ESG/ SZR/ 4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG | |
| | | | 500 | 1300 | 1000 | 3000 | 4 SPG/ 0,76 PVB/ 4 SPG/ SZR/ 12 ESG | |
| | Simplu | Pe toate laturile | 500 | 1500 | 1000 | 3000 | 5 SPG/ 0,76 PVB/ 5 SPG | |

Tabelul 5.4

*: Prin „interior” se înțelege partea supusă atacului, iar prin „exterior” partea de cădere a vitrajului
MIG: geamuri izolatoare multiple
SZR: spațiul dintre geamuri, cel puțin 12 mm
SPG: sticlă reflectorizată (sticlă Float)
ESG: geam securizat cu o singură foaie din sticlă reflectorizată
PVB: folie din polivinil-butiral

Atenție:

Dacă mâna curentă cu amortizare a solicitărilor statice se află pe partea opusă celei solicitate la șoc (în mod normal cea exterioară), geamul trebuie să fie executat conform categoriei A.

Determinarea capacității portante a sistemelor de rame din plastic conform TRAV, paragraful 6.3.2.c

Extras din TRAV

- c) Celelalte sisteme de rame pot fi considerate cu o rezistență portantă suficientă, dacă opritorul falțului pentru sticlă solicitat la șoc rezistă la o încărcare statică echivalentă de 10 kN/m. Certificarea se poate realiza prin metode de calcul, dacă acest lucru este posibil pe baza dispozițiilor tehnice pentru construcții (ramele sunt din produse de construcții reglementate și există norme de dimensionare publicate de inspectoratele pentru construcții). Alternativ, certificarea poate fi executată prin metode de încercare de către organisme de supraveghere în construcții, în cadrul unui certificat de verificare general. Forța portantă caracteristică (5% fractilă, probabilitatea de relevanță 75%) trebuie să măsoare cel puțin 10 kN/m (verificare dirijată prin cursă cu 5 mm/min).

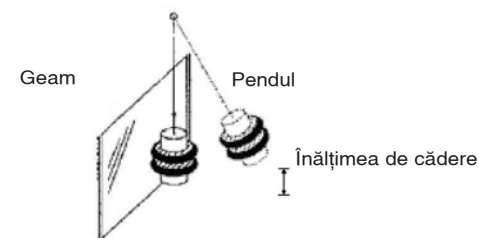
| Varianta de execuție | Buletin de încercare | Institut de verificare | Rezultatul încercării |
|----------------------|----------------------|------------------------|---|
| Sistem S8000IQ | 502 28478 R1 | IFT | Forța portantă caracteristică, după TRAV: valoare de calcul = 15,9 kN/m |

Tabelul 5.5

Verificarea în caz particular prin încercarea cu ciocan-pendul

Schița de mai jos ilustrează dispozitivul de încercare pentru textul cu ciocan-pendul, conform normei europene EN 12600. Două pneuri de roabă umflate foarte puternic, aduse cu greutate suplimentară la masa de 10 kg, lovesc o construcție de siguranță anti-cădere (deci nu doar vitrajul) de la o înălțime prestabilă. În această încercare, geamul are voie chiar să se spargă, dar nu și să formeze o deschidere. Energie de impact eliberată este considerabil mai înaltă decât poate încerca o persoană în scop de testare. Rezultatul apare clar pe partea asigurată.

Metoda de încercare cu pneuri montate în perechi.



Imaginea 5.1

6.) Evaluarea deficiențelor

Directivele de clasificare pentru geamul izolator

În mod general, la verificarea deficiențelor este determinantă transparența geamului, adică evaluarea fundalului și nu reflexia. Sesizările nu au voie să fie marcate în mod special.

Verificarea unității de vitraj conform tabelului se va realiza la o distanță de aprox. 1 m față de suprafața luată în considerare, sub un unghi care corespunde celui uzual în timpul utilizării spațiului respectiv. Verificarea se efectuează în condiții de lumină difuză (de ex. cer acoperit) fără incidență directă a razelor soarelui sau lumină artificială.

Admisibilități pentru calitatea vizuală a geamurilor în construcții

| Tabel realizat pentru sticlă Float , ESG, TVG, VG, VSG, cu și fără strat de acoperire | |
|---|---|
| Zona | Admis pentru fiecare unitate: |
| F | Deteriorări marginale exterioare plane, respectiv concavități care nu influențează negativ rezistența mecanică a geamului și nu depășesc lățimea îmbinării de margine. |
| | Concavități interioare sau cioburi libere, care sunt umplute cu materiale de etanșare. |
| | Resturi punctiforme sau superficiale, precum și zgârieturi - fără restricții. |
| R | Incluziuni, bule, puncte, pete etc.: Suprafața geamului 1 m ² : max. 4 buc. a < 3 mm \bar{R} Suprafața geamului > 1 m ² : max. 1 buc. a < 3 mm \bar{R} pe fiecare m de circumferință a lungimii canturilor |
| | Resturi (punctiforme) în spațiul dintre geamuri (SZR): Suprafața geamului 1 m ² : max. 4 buc. a < 3 mm \bar{R} Suprafața geamului > 1 m ² : max. 1 buc. a < 3 mm \bar{R} pe fiecare m de circumferință a lungimii canturilor |
| | Resturi (formă superficială) în SZR: gri alburii, respectiv transparent max. 1 buc. 3 cm ² |
| | Zgârieturi: suma lungimilor individuale: max. 90 mm Lungimea individuală: max. 30 mm |
| | Zgârieturi filiforme: nu este permis sub formă acumulată |
| H | Incluziuni, bule, puncte, pete etc.: Suprafața geamului 1 m ² : max. 2 buc. a < 2 mm \bar{H} 1 m ² < suprafața geamului 2 m ² : max. 3 buc. a < 2 mm \bar{H} Suprafața geamului > 2 m ² : max. 5 buc. a < 2 mm \bar{H} |
| | Zgârieturi: suma lungimilor individuale: max. 45 mm – Lungimea individuală: max. 15 mm |
| | Zgârieturi filiforme: nu este permis sub formă acumulată |
| R+H | Nr. max. de admisibilități ca în zona R Incluziuni, bule, puncte, pete etc. de la 0,5 până la < 1,0 mm sunt admise fără limitări de suprafață, cu excepția acumulărilor. Prin acumulare se înțelege prezența a cel puțin 4 incluziuni, bule, puncte, pete etc. în interiorul unei suprafețe circulare cu diametrul de 20 cm. |

Tabelul 6.1

Indicații:

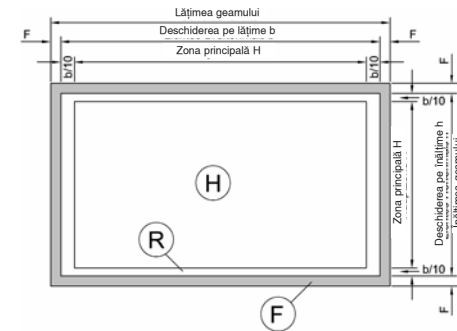
Sesizările de 0,5 mm nu sunt luate în considerare. Câmpurile perturbatoare existente (halouri) nu au voie să fie mai mari de 3 mm.

Geamul compound și geamul de siguranță duplex (VSG):

- Admisibilitățile zonelor R și H cresc în frecvență pe fiecare unitate de geam compound cu 50 %.
- În cazul unităților cu rășini de turnat pot să apară ondulații condiționate de procesul de producție.

Sticlă securizată cu o singură foaie (ESG) și sticlă parțial pretensionată (TVG), precum și geam compound și geam de siguranță duplex din ESG și TVG:

- Ondulația locală pe suprafața geamului – cu excepția ESG și TVG din sticlă ornamentală – nu are voie să depășească 0,3 mm raportat la un traseu de măsură de 300 mm.
 - Falierea raportată la lungimea totală a cantului geamului – cu excepția ESG și TVG din sticlă ornamentală – nu are voie să fie mai mare de 3 mm per 1000 mm lungime a cantului geamului. Alte date, de ex. o bombare minoră admisă, trebuie să fie stabilite de comun acord.
- În cazul formelor pătrate și al celor aproximativ pătrate (până la 1:1,5), precum și al geamurilor individuale cu grosimea teoretică < 6 mm, pot să apară falieri mai mari.



F = zona falțului:

Lățimea 18 mm (cu excepția deteriorării mecanice a canturilor, fără restricții)

R = zona marginală:

Suprafața 10 % a deschiderilor respective pe lățime și înălțime (evaluare mai puțin strictă)

H = Zona principală:

(evaluarea cea mai strictă)

Imaginea 6.1

Indicații generale

Directiva reprezintă o scală de evaluare pentru calitatea vizuală a geamurilor în construcții. La clasificarea unui produs din sticlă încorporat, se va porni de la premisa că, în afară de calitatea vizuală, se vor lua în considerare și particularitățile produsului din sticlă, pentru îndeplinirea funcțiilor sale.

Valorile caracteristice pentru proprietățile produselor din sticlă, ca de ex. fonoizolația, izolația termică și transmisia luminii etc., indicate pentru funcția corespunzătoare, se raportează la geamurile verificate conform normei de încercare corespunzătoare. În cazul altor formate de geamuri, combinații, precum și datorită montării și influențelor externe, valorile indicate și aspectul optic pot suferi modificări.

Multitudinea produselor din sticlă nu permite o aplicabilitate universală a tabelului de după paragraful 3. În anumite condiții, poate fi necesară o evaluare specifică produsului. În asemenea cazuri, de ex. la vitrajele rezistente împotriva atacului, particularitățile speciale ale cerințelor vor fi evaluate în funcție de utilitate și de situația de montaj. La evaluarea anumitor particularități, se vor avea în vedere proprietățile specifice produsului.

Proprietățile vizuale ale produselor din sticlă

a) Culoarea proprie

Toate materialele utilizate pentru produsele din sticlă au o culoare proprie condiționată de materia primă, care devine mai clar sesizabilă odată cu creșterea grosimii. Pentru a îndeplini cerințele legale cu privire la economia de energie, se utilizează geamuri cu strat de acoperire. Și geamurile cu strat de acoperire au o culoare proprie. Această culoare proprie poate fi recunoscută în transparență și/sau în reflexie. Fluctuațiile în impresiunea cromatică sunt posibile datorită conținutului de oxid de fier

al sticlei, procesului de acoperire, stratului de acoperire, precum și prin modificarea grosimii geamului și a structurii sale; aceste fluctuații nu pot fi evitate.

b) Geamul izolator cu șprosuri interioare

Datorită influențelor mediului (de ex. efectul de geam dublu), precum și trepidațiilor sau oscilațiilor provocate manual, șprosurile pot provoca temporar zgomote ritmice. Urmele vizibile de tăiere și desprinderile minore ale vopselei în zona de tăiere sunt condiționate de procesul de producție. Abaterile de la perpendicularitate în interiorul câmpurilor vor fi evaluate luându-se în considerare toleranțele de fabricație și montaj, precum și aspectul optic general. Efectele rezultate din modificările de lungime sub influențele termice la șprosuri în spațiul dintre geamuri nu pot fi evitate din principiu. La deschiderea și închiderea elementelor de ferestre și uși pot să apară zgomote ritmice, similare celor de la lovirea cu mingea pe suprafața geamului. Acestea nu pot fi evitate. Montarea distanțierelor din plastic pe șprosurile în formă de cruce este refuzată în multe cazuri, deoarece rezemarea punctuală generează sarcini punctuale, ceea ce mărește riscul de spargere.

c) Evaluarea zonei vizibile a îmbinării de margine

În zona vizibilă a îmbinării de margine și, implicit, în afara suprafeței geamului, la geamul izolator se pot observa particularități condiționate de procesul de fabricație pe sticlă și pe rama de distanțare.

d) Deteriorările suprafeței exterioare

În cazul vătămarilor mecanice sau chimice care se pot observa după vitraj, cauzele trebuie să fie identificate. În cazul general, sunt valabile, printre altele, următoarele norme și directive:

- Directive tehnice ale constructorilor de ferestre
- VOB DIN 18 361 'Lucrări de vitrare'
- DIN-EN 572 'Sticla în construcții'

precum și indicațiile respective și prescripțiile de montaj ale producătorilor.

e) Particularități fizice

Sunt excluse de la evaluare

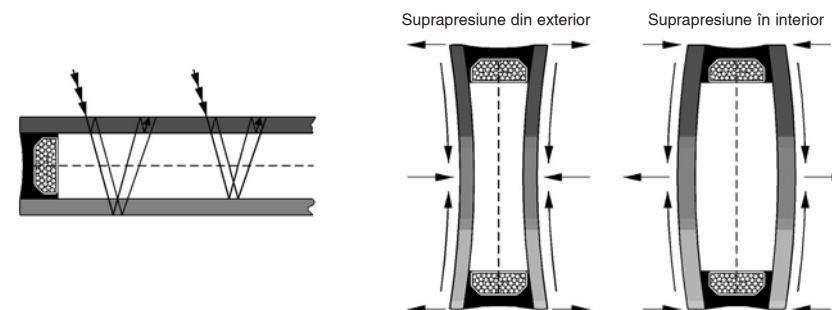
- Interferențele
- Efectul de geam dublu
- Anizotropiile
- Condensul pe suprafața exterioară a geamului (formarea apei de condens)
- Capacitatea de umectare a suprafețelor de geam

Explicarea termenilor

a) Interferențele

La geamul izolator din sticlă Float este posibilă apariția de interferențe sub formă de culori spectrale. Interferențele optice constau din suprapunerea a două sau mai multe unde luminoase la întâlnirea într-un punct.

Ele se evidențiază prin zone de culoare mai mult sau mai puțin intensă, care se modifică la apăsarea pe geam. Acest efect fizic este amplificat de plan-paralelitatea suprafeței geamului. Acest plan-paralelitate asigură o transparență fără distorsiuni. Interferențele se formează aleatoriu și nu pot fi influențate.



Imaginea 6.2

b) Efectul de geam dublu

Geamul izolator include între îmbinările de margine un volum de aer/gaz, a cărui stare este determinată în principal de presiunea barometrică a aerului, altitudinea atelierului de fabricație peste nivelul zero (NN), precum și de temperatura aerului în locul și momentul producției. La montarea geamului izolator în locuri situate la alte altitudini, la schimbările de temperatură și la fluctuațiile presiunii atmosferice (anticiclonice și joasă presiune), se formează încovoieri forțate concave și convexe ale fiecărui geam și, implicit, apar distorsiuni.

Pot apărea și reflexii multiple foarte diferențiate pe suprafețele geamului izolator. Se pot observa în mod amplificat și imagini reflectate dacă, de exemplu, fundalul vitrajului este întunecat sau geamul are un strat de acoperire. Aceste fenomene constituie legități fizice ale tuturor unităților de geamuri izolatoare.

c) Anizotropii

Anizotropiile sunt efecte fizice ale geamurilor tratate termic, care rezultă din distribuția tensiunilor interne. Este posibilă o percepere de forme inelare și benzi întunecate în condiții de lumină polarizată și/sau sticlă polarizată, în funcție de unghiul de privire. Lumina naturală conține o componentă polarizată. Mărirea polarizării este dependentă de condițiile climatice și de poziția soarelui. Refracția dublă se observă mai puternic sub un unghi apropiat de coplanaritate sau la fațadele cu geamuri situate în poziție reciprocă unghiulară.

d) Condensul pe suprafața exterioară a geamului (formarea apei de condens)

Condensul (apa de condens) se poate forma pe suprafața exterioară a geamului, dacă suprafața geamului este mai rece decât aerul din jur (de ex. geamurile aburite ale unui autoturism).

Formarea apei de condens pe suprafața geamului izolator este determinată de valoarea k, umiditatea aerului, fluxul de aer, temperatura interioară și cea exterioară. Formarea apei de condens pe suprafața geamului de pe partea spațiului interior este stimulată la împiedicarea circulației aerului, de ex. prin glafurile prea joase, perdele, ghivece de flori, lăzi cu flori, jaluzele, precum și prin amplasarea defavorabilă a caloriferelor.

În cazul geamului izolator cu izolație termică ridicată, pe suprafața geamului expusă

intemperiiilor se poate forma temporar apă de condens, dacă umiditatea externă (umiditatea relativă a aerului) este înaltă și temperatura aerului este mai ridicată decât temperatura suprafeței geamului.

- e) Capacitatea de umețcare a suprafețelor de geam
 Capacitatea de umețcare a suprafețelor de geam poate să difere foarte puternic ca urmare a amprentelor de rulouri, degete, etichete, texturilor de hârtie, ventuzelor, resturilor de material de etanșare, componentelor cu silicon, gletului, substanțelor de alunecare sau influențelor mediului. În cazul suprafețelor de geam umezite cu apa de condens, ploaie sau apă de curățare, capacitatea de umețcare diferită devine foarte vizibilă.

Comportamentul la spargere și aspectele rupturii în cazul deteriorării geamurilor

Baze normative

Sticla este considerată din punct de vedere fizic un lichid subrăcit și face parte din categoria materialelor casante. Ca atare, ea poate prelua forțe de apăsare foarte mari, dar nu poate suporta solicitări semnificative la tracțiune; rezistența la tracțiune măsoară în general doar aprox. 10% din rezistența la presiune. Dacă influențele mecanice și/sau termice exterioare produc în sticlă tensionări care depășesc această mică rezistență la tracțiune, are loc spargerea sticlei fără vreo deformare plastică vizibilă. Deosebit de periclitată în acest caz este marginea geamului.

O altă caracteristică de material este conductibilitatea termică foarte redusă a sticlei. În cazul unor acțiuni termice punctuale, acest lucru duce la acumulări de căldură, deoarece căldura nu poate fi disipată. Dacă se depășește diferența maxim admisă de temperatură, care este dependentă de tipul sticlei, are loc o spargere provocată termic a vitrajului.

Diferențele de temperatură maxim admise în interiorul geamului sunt prezentate în tabelul 6.1 pentru diferite geamuri.

Diferențele de temperatură maxim admise în suprafața geamului

| | Float | TVG | ESG |
|--|-------|-------|-------|
| Rezistența la diferență de temperatură pe suprafața geamului | 40 K | 100 K | 200 K |

Tabelul 6.1

Spargerea ca urmare a solicitării mecanice

Spargerea sticlei cauzată de solicitările mecanice pornește deseori din zona de solicitare punctuală mărită, care apare de exemplu la înșurubarea profilului de fixare a foi de sticlă sau datorită impurităților dintre suport și geamul izolator.

Chiar și cele mai mici deteriorări ale muchiei sticlei constituie puncte de pornire pentru spargerea sticlei. În cazul solicitărilor mecanice foarte reduse, de ex. la transport sau montare, spargerea pornește din asemenea zone.

Spargerea ca urmare a solicitărilor termice ridicate

Geamurile izolatoare moderne trebuie să îndeplinească astăzi, din punct de vedere termic, cerințe parțial contradictorii; astfel,

- radiația de undă scurtă cu energie mare pe timp de vară trebuie să rămână în exterior și
- radiația termică în infraroșu, de undă scurtă, de ex. în spațiile încălzite, nu trebuie să iasă spre exterior.

Acest lucru se obține în zilele noastre prin geamurile izolatoare cu protecția termică având un strat de acoperire special, care se aplică pe interiorul geamurilor izolatoare, pe latura orientată spre spațiul dintre geamuri (poziția 3). Acest strat de acoperire asigură condițiile ca radiația termică în infraroșu (unde lungi) să nu fie emisă în exterior, iar o parte din radiația de undă scurtă să fie reținută. Ca efect secundar, la aceste geamuri se observă o creștere a temperaturii în spațiul interior cu până la 4° pe timpul verii, pentru că sticla respectivă diminuează sesizabil și răcirea naturală.

În cazul radiației solare intense, acest efect face ca emisia căldurii absorbite în geam să fie împiedicată spre exterior de stratul de acoperire pentru protecție termică, spațiul dintre geamurile izolatoare putându-se încălzi foarte puternic /3/.

În cele ce urmează, sunt prezentate particularitățile constructive și sursele posibile de erori, care pot duce la supraîncălzirea locală a geamurilor izolatoare și, implicit, la spargerea geamului.

Caloriferele, radiatoarele și convectoarele

Acestea nu au voie să acționeze direct asupra geamului izolator. Distanța minimă dintre un calorifer și geamurile izolatoare multiple trebuie să măsoare minim 30 cm, pentru a se evita tensionarea sticlei peste limita admisă. Această distanță poate fi diminuată la 15 cm, în cazul când geamul dinspre calorifere este din ESG. În caz contrar, este necesară inserarea unui ecran anti-radiație, dacă această distanță este încălcată.

Umbrirea (ecranarea) parțială

Condițiile constructive speciale, ca de ex. jaluzelele frontale, rulourile sau marchizele, pot provoca diferențe locale de temperatură în sticlă și, implicit, salturi termice, datorită umbririi parțiale a geamului.

Acest efect poate să apară și prin vopsire, de ex. prin aplicarea unor imagini pe fereastră sau a altor materiale (inscripții publicitare) și se observă cu precădere la imaginile aplicate pe ferestre care conțin predominant culori închise.

Depozitarea și transportul

Pe parcursul depozitării și transportului unităților de geamuri izolatoare stivuite, acestea trebuie să fie protejate față de radiația solară directă; în caz contrar, unitățile aflate în interiorul pachetului se vor încălzi; acest lucru este valabil în special la geamurile cu protecție termică.

Ușile și ferestrele glisante

Aici trebuie să se evite încălzirea parțială a cercevelor glisate sau rabatate în poziții suprapuse. Dacă acest lucru nu este posibil, utilizarea ESG oferă o soluție.

Turnarea de asfalt

Vitrarea trebuie să aibă loc în mod general după turnarea de asfalt. Dacă această ordine nu poate fi respectată, geamul izolator va fi protejat prin aparatoare adecvate împotriva solicitării termice care poate să apară. Acest lucru este valabil cu precădere pentru geamurile cu strat de acoperire.

Sticla turnată

Sticla turnată se utilizează pentru fabricarea geamurilor ornamentale, ale căror structuri superficiale pot fi produse prin laminare. În special la sticla turnată colorată sau a celei cu inserție de sârmă apare, în cazul radiației solare, dar cu precădere la formarea proiecțiilor de umbre, pericolul de încălzire neuniformă a geamului. În combinație cu geamul izolator, aici apare un pericol major de spargere prin tensionare, datorită încălzirii parțiale a sticlei. Un remediu poate fi utilizarea de TVG sau ESG.

Este obligatoriu ca beneficiarul final să fie înștiințat asupra acestui pericol major de spargere.

Comportamentul la spargere pentru diferite tipuri de sticlă

- Sticlă Float:** Sticlă răcită normal
- Se sparge în multe fragmente cu muchii ascuțite, din care unele pot fi relativ mari și pot prezenta vârfuri. Fragmentele de spargere prezintă un pericol de vătămare ridicat.
- ESG:** Sticlă securizată cu o singură foaie, pretensionată termic.
- Are un așa-numit comportament „sigur” la spargere. Această sticlă se sparge într-o rețea de fragmente mici, prinse între ele mai mult sau mai puțin.
- Spargerea sticlei are loc fie imediat după deteriorare, fie la un moment ulterior.
- VSG:** Geamul de siguranță duplex
- Are, de asemenea, un comportament „sigur” la spargere. În cazul spargerii, geamurile au un aspect al rupturii care corespunde produsului prefabricat. Fragmentele de spargere sunt reținute de stratul intermediar. Acest strat intermediar oferă o rezistență remanentă care diminuează sensibil riscul de vătămare.

Aspectele rupturii

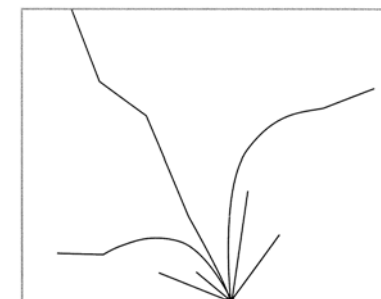
Spargere prin șoc asupra muchiei

Tipuri de sticlă: sticlă Float, sticlă trasă, VSG, geam compound, geamuri din rășină de turnat, sticlă ornamentală

Exemplu: așezarea pe o piatră sau pe o bucată de metal, manipularea greșită a baghetelor de prindere pe stativul de transport

Începutul: unghi de inițiere în toate direcțiile, neperpendicular, centrul este vizibil clar pe muchie

Desfășurarea: pornind din centru sub formă de raze, liniar până la unghiular, de cele mai multe ori nu ajunge până la muchie



Spargere prin șoc asupra colțului

Tipuri de sticlă: sticlă Float, sticlă trasă, VSG, geam compound, geamuri din rășină de turnat, sticlă ornamentală

Exemplu: așezarea pe o piatră sau pe o bucată de metal, lovire în colț cu o piesă metalică, rotirea sau bascularea geamului peste colț

Începutul: unghi de inițiere în toate direcțiile, neperpendicular

Desfășurarea: pornind din colț sub formă de raze, liniar, de cele mai multe ori nu ajunge până la muchie



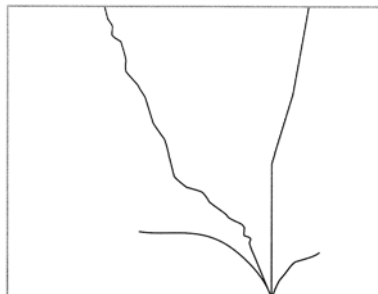
Rupere a muchiei

Tipuri de sticlă: sticlă Float, sticlă trasă, VSG, geam compound, geamuri din rășină de turnat, sticlă ornamentală

Exemplu: calupuri subdimensionate pentru foaia de sticlă în condiții de masă ridicată a geamului, apăsare prea mare prin asamblarea în șuruburi (de ex. a profilului de fixare a foii de sticlă), apăsare prea mare prin baterea în cuie a baghetei din lemn fără bandă de protecție

Începutul: unghi de inițiere în toate direcțiile, neperpendicular

Desfășurarea: pornind din muchie sub formă de raze, liniar până la unghiular, de cele mai multe ori nu ajunge până la muchie



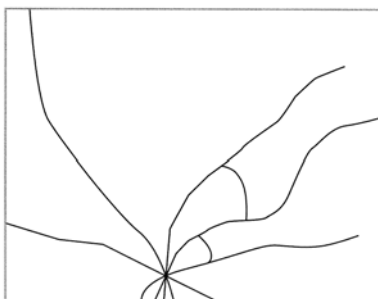
Rupere pe margine I

Tipuri de sticlă: sticlă Float, sticlă trasă, VSG, geam compound, geamuri din rășină de turnat, sticlă ornamentală

Exemplu: pietricele între geamuri, lovire cu scule, lovire cu ciocanul în profilul de fixare a foii de sticlă, alte acțiuni de lovire sau șoc

Începutul: unghi de inițiere în toate direcțiile, neperpendicular, punctul de pornire vizibil în zona marginală

Desfășurarea: pornind din zona marginală sub formă de raze, liniar până la unghiular, neîntrerupt până la muchia cea mai apropiată, rareori până la muchia opusă



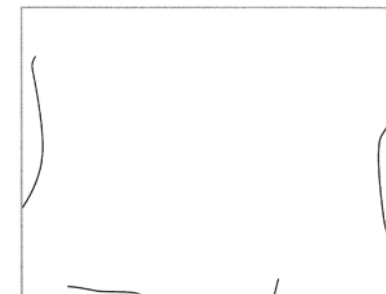
Discontinuitate a prinderii

Tipuri de sticlă: sticlă Float, sticlă trasă, VSG, geam compound, geamuri din rășină de turnat, sticlă ornamentală

Exemplu: calupuri subdimensionate pentru foaia de sticlă în condiții de masă ridicată a geamului, manipularea greșită a pârgheii pentru calupuri, modificări de lungime ale sticlei și ramei nu sunt luate în calcul

Începutul: unghi de inițiere în toate direcțiile, neperpendicular

Desfășurarea: întotdeauna pornind de la margine, în line dreaptă, inițiere scurtă, deseori către înapoi spre margine în cazul rupturilor mai lungi



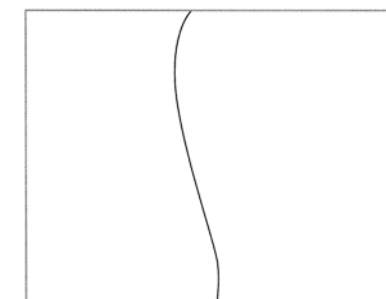
Spargere prin torsionare

Tipuri de sticlă: sticlă Float, sticlă trasă, VSG, geam compound, geamuri din rășină de turnat, sticlă ornamentală

Exemplu: grosime subdimensionată a geamului, în principal rezemare bilaterală, aripă de fereastră deteriorată sau înțepenită, mișcări în corpul clădirii cu transfer de sarcină asupra geamului

Începutul: unghi de inițiere în toate direcțiile, neperpendicular

Desfășurarea: aproape întotdeauna de la margine la margine, ușor ondulat, rectiliniu, deseori decalaj al muchiei de spargere



Gaură prin împușcare I

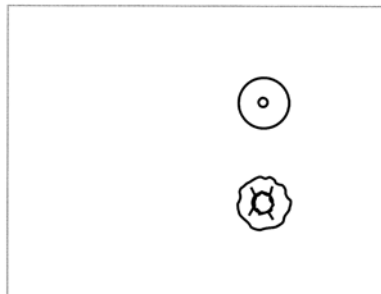
Tipuri de sticlă: sticlă Float, sticlă trasă, sticlă ornamentală, sticlă cu inserție de sârmă, toate geamurile monolitice fără pretensionare

Exemplu: împușcare cu arme

Începutul: orificiu de intrare mic, de cele mai multe ori rotund

Ieșirea: orificiu de ieșire sensibil mai mare

Alte particularități: gaură aproape rotundă în geam, margini cu muchie ascuțită, rareori spărturi transversale



Gaură prin împușcare II

Tipuri de sticlă: VSG, geam compound, elementele din rășină de turnat

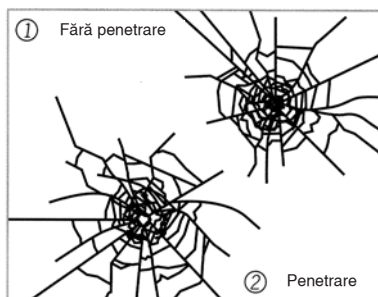
Exemplu: împușcare cu arme

Începutul: în centrul de spargere pe partea proiectilului

Desfășurarea:

Fără penetrare: sticlă mărunțită pe partea impactului, spărturi pe suprafață mare, radiale și în formă de rețea în jurul centrului

Penetrare: sticlă mărunțită în jurul punctului penetrat, spărturi pe suprafață mare, radiale și în formă de rețea în jurul centrului



Spărtură cu piatră aruncată I

Tipuri de sticlă: sticlă Float, sticlă trasă, sticlă ornamentală, toate geamurile monolitice

Exemplu: lovire cu un obiect greu (de ex. ciocan), aruncare cu piatră de pavaj, țigla, bucăți de lemn

Desfășurarea: gaură neregulată, formă de rețea grosieră, spărtură rectiliniară până la unghiulară, pornind din centrul de aplicare a forței, spărtură frecvent neîntreruptă până la muchie

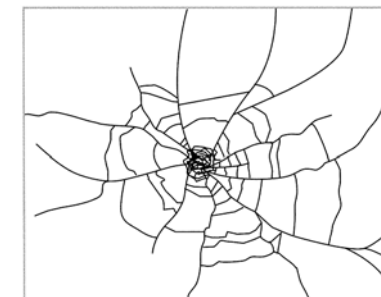


Spărtură cu piatră aruncată II

Tipuri de sticlă: VSG, geam compound, elementele din rășină de turnat, formă asemănătoare la geamurile cu inserție din sârmă

Exemplu: atac cu un obiect greu (de ex. ciocan), aruncare cu piatră de pavaj, țigla, bucăți de lemn

Desfășurarea: formă de rețea grosieră, de cele mai multe ori liniar și puțin unghiular, pornind din centrul de aplicare a forței, spărtură frecvent neîntreruptă până la muchie

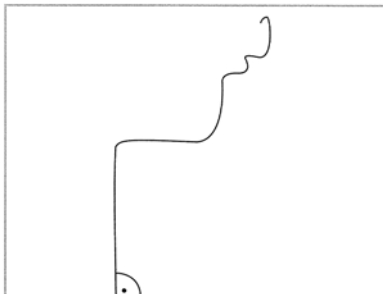


Discontinuitate termică normală

Tipuri de sticlă: sticlă Float, sticlă trasă, VSG, geam compound, geamuri din rășină de turnat, sticlă ornamentală. În cazul sticlei cu inserție de sârmă, sunt posibile diferențe din cauza rețelei de sârmă.

Exemplu: acoperire parțială a geamului pe parte interioară în condiții de soare, falț prea adânc, geamuri fonoizolante, cu protecție termică și protecție solară depozitate în pachet (în special geamuri izolatoare) fără acoperire în condiții de expunere directă la radiația solară

leșirea: rectiliniar, deseori cu puncte de întoarcere



Spargere sub influență termică puternică

Tipuri de sticlă: sticlă Float, sticlă trasă, VSG, geam compound, geamuri din rășină de turnat, sticlă ornamentală. În cazul sticlei cu inserție de sârmă, sunt posibile diferențe din cauza rețelei de sârmă.

Exemplu: arzător de sudură aplicat direct pe geam, turnare de asfalt cu acoperire neuniformă de protecție a geamului, suflantă de aer fierbinte direct pe geam

Desfășurarea: intrare rectilinie, schimbare de direcție și ramificare multiplă zona de cald/rece, continuare a desfășurării sub formă de meandre



Discontinuitate termică de linie I

Tipuri de sticlă: sticlă Float, sticlă trasă, VSG, geam compound, geamuri din rășină de turnat, sticlă ornamentală, în cazul sticlei cu inserție de sârmă de cele mai multe ori de-a lungul traseului sârmei

Exemplu: umbrire parțială cu jaluzele situate în interior direct pe geam, proiectare de umbre datorită consolei acoperișului, pete întunecate (etichete adezive, reclame etc.) pe suprafața geamului

Începutul: intrare perpendiculară

leșirea: rectilie, fără puncte de întoarcere, de cele mai multe ori de la o muchie la alta (în funcție de acoperirea parțială)

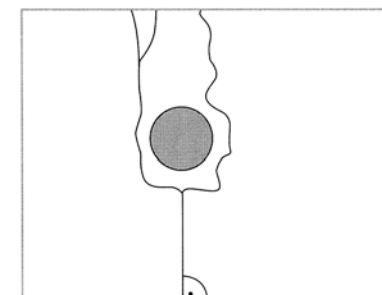
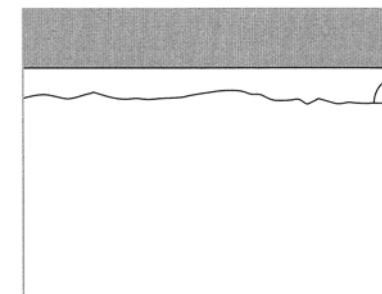
Discontinuitate termică de linie

Tipuri de sticlă: sticlă Float, sticlă trasă, VSG, geam compound, geamuri din rășină de turnat, sticlă ornamentală, în cazul sticlei cu inserție de sârmă sunt posibile diferențe datorită rețelei de sârmă

Exemplu: acoperire parțială cu decorațiuni interioare direct pe geam, pete întunecate (etichete adezive, reclame) pe suprafața geamului

Desfășurarea: intrare rectilie, schimbare de direcție la zona de cald/rece, ramificare posibilă la zona de cald/rece

leșirea: rectilie, fără puncte de întoarcere, de cele mai multe ori spargere traversată



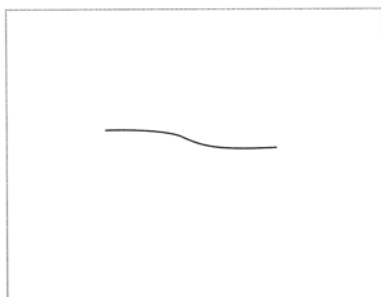
Discontinuitate termică ondulată

Tipuri de sticlă: sticlă Float, sticlă trasă, VSG, geam compound, geamuri din rășină de turnat cu grosime mare a elementelor

Exemplu: arzător de sudură pe suprafața geamului, suflantă de aer fierbinte pe suprafața geamului, încălzire punctuală intensă pe suprafața geamului a unui geam de vitrină mare și gros sau situații similare.

Începutul: în interiorul suprafeței geamului, niciun început pe muchia geamului, nicio diferențiere posibilă între început și ieșire

Desfășurarea: formă ușor ondulată în centrul geamului, fără schimbări mari de direcție



Aspectul de responsabilitate juridică

Datorită proprietăților de material descrise anterior, în cazul sticlei există un risc înalt de spargere și zgâriere, cele mai mici deteriorări putând duce la spargere. Calitatea de fabricare la nivelul actual împiedică în cea mai mare măsură formarea de tensiuni proprii în sticlă. Din acest motiv, spargerea sticlei este declanșată exclusiv de influențele externe și nu este recunoscută de producători de geamuri izolatoare ca motiv de reclamație. Este uzual ca, odată cu predarea geamurilor izolatoare de la producătorul de ferestre, riscul de spargere și deteriorare să fie transferat.

7.) Geamul cu autocurățare

Înainte de a vorbi despre tipurile de îndepărtare a murdăriei sau de autocurățare, trebuie să clarificăm în ce mod are loc murdărirea sticlei.

Cum ajunge murdăria pe geam?

Există diferite mecanisme: de ex. contactul direct (excremente de pasăre), condensare (tranziție din stare gazoasă în stare lichidă), vaporizarea lichidelor care transportă impurități (picături de apă după ploaie) și decantarea prafului.

Se ridică, astfel, două întrebări:

1. Cum se poate diminua murdăria de acest gen (îndepărtarea murdăriei)?
2. Cum se poate înlătura din nou murdăria deja apărută (autocurățare)?

Să ne ocupăm mai întâi de prima problemă. Îndepărtarea murdăriei se poate realiza prin diminuarea aderenței acesteia, în speranța că ea va fi spălată la prima ploaie sau va fi mai ușor de înlăturat „manual”. Dar cum se poate obține scăderea aderenței murdăriei? Există două posibilități în acest sens. Se poate modifica fie

tensiunea superficială, fie structura suprafeței.

Două exemple de tensiune superficială:

- Într-un pahar se poate introduce mai multă apă decât volumul corespunzător.
- Masa unui corp poate fi suportată de suprafața apei.

Ambele cazuri se pot materializa numai dacă tensiunea superficială la marginea sticlei, respectiv a apei este suficient de mare. Tensiunea superficială poate fi diminuată spre exemplu prin tenside (agent de spălare). Ca efect, apa se revarsă și corpul de pe apă se scufundă.



Imaginea 7.1

În imaginea din stânga, o lamă de ras plutește pe apă. În imaginea din dreapta, tensiunea superficială a apei a fost diminuată prin adăos de tenside, până când masa lamei de ras nu mai poate fi suportată de suprafața apei.

a.) Hidrofobizarea

Prin straturi de acoperire speciale, se poate obține majorarea tensiunii superficiale a unui geam. (În exemplele de mai sus, se poate adăuga și mai multă apă în pahar, iar corpul de pe apă poate deveni corespunzător mai greu.) Dar ce cauzează o asemenea modificare a tensiunii superficiale? Un exemplu larg cunoscut este automobilul proaspăt spălat. Aici se poate observa foarte bine cum apa formează picături din cauza măririi tensiunii superficiale – apa aderă mai puțin pe suprafața ceruită a mașinii.

Exact același comportament al apei este răspunzător pentru numele acestui fenomen. Hidro înseamnă apă și fobie - teamă. Noțiunea de hidrofobie descrie ilustrativ teama apei de asemenea suprafețe. Apa se strânge în picături și încearcă să părăsească suprafața. Scopul efectiv de a spăla o mașină este ca nu numai apa, dar și impuritățile să adere mai slab și să poată fi spălate astfel la prima ploaie sau să fie îndepărtate în instalația de spălare (îndepărtarea murdăriei, respectiv curățarea simplificată).

Suprafețele hidrofobe de geam există din anii '80. Aplicabilitatea principală a geamurilor cu asemenea straturi de acoperire este în spații interioare (cabine de duș), întrucât cele mai multe straturi de acoperire aplicat ulterior nu sunt rezistente vreme îndelungată la intemperii. Un alt dezavantaj este faptul că picăturile de apă au nevoie de o masă mai mare, din cauza tensiunii superficiale înalte, pentru a se scurge. Picăturile mici nu sunt destul de grele nici chiar în cazul vitrajelor verticale. Ele se usucă pe geam și lasă pete.

b.) Efectul Lotus

Pe lângă modificările tensiunii superficiale, se poate modifica – așa cum s-a menționat mai sus – și structura superficială. Așa cum se întâmplă deseori, natura este exemplul pentru realizările tehnice.

Astfel, suprafața florii de lotus este modificată într-o asemenea măsură, încât nici vopseaua nu poate să adere la ea.

Mult timp s-a crezut că suprafețele netede sunt deosebit de ușor de curățat. Acest lucru pare și logic, cunoscuta hârtie abrazivă permițând spre exemplu o ștergere mai grea decât o placă șlefuită de oțel. Dacă se observă suprafața diferitelor corpuri sub microscop, se poate vedea că structura netedă este mai curând dezavantajoasă. Și în cazul efectului Lotus se lucrează cu aderență diminuată, însă aceasta este cauzată de structura sub formă de coloane și nopeuri. Ne putem imagina o bucată de săpun care stă pe o perie de ace. Aderența redusă este realizată prin aceea că suprafața de contact dintre perie și săpun este redusă drastic (săpunul și peria se află în contact numai pe vârfurile perilor).

Imagine cu microscopul electronic a unei flori de lotus



Imaginea 7.2

Pentru a îmbunătăți efectul, natura a prevăzut în cursul evoluției „vârfurile perilor” florii de lotus cu cristale hidrofobe. Din păcate, suprafețele structurate în acest fel sunt întotdeauna mate și netransparente, ceea ce nu le conferă aplicabilitate în domeniul producției de sticlă.

În plus, picăturile necesită o anumită masă și în cazul efectului Lotus, înainte de a putea ajunge la forma care le permite scurgerea.

c.) Hidrofilizarea

La hidrofilizare (filie: atașament), are loc o reducere drastică a tensiunii superficiale. (paharul cu apă poate fi umplut acum numai până la margine). Cu alte cuvinte, mărimea minimă pentru picăturile de apă care se scurg este redusă atât de mult, încât cele mai mici picături se detensionează, formând o peliculă uniformă de apă. Acest lucru aduce două avantaje:

Pe de o parte, aceeași cantitate de apă umectează o suprafață considerabil mai mare în comparație cu suprafața obișnuită a sticlei Float – efectul de curățare naturală este astfel intensificat.

Pe de altă parte, are loc și scurgerea picăturilor fine de pe suprafață, fără să lase în urmă „petele de ploaie” pe geamurile curățate în prealabil.

Hidrofilia are ca astfel efect, pe de o parte îndepărtarea murdăriei, deoarece murdărirea prin vaporizarea lichidelor care transportă impurități este aproape exclusă. Pe de altă parte, efectul de curățare îmbunătățit merge deja în direcția „autocurățării”.

d.) Foto-cataliza

Foto-cataliza reprezintă actualul „Nonplusultra“ în elaborarea geamurilor cu autocurățare. Un strat de acoperire special permite formarea de substanțe chimice pe suprafața geamului. Aceste substanțe atacă „activ“ murdăria organică de pe suprafața geamului.

Ajutor pentru toți nechimistii:

Murdărie organică: substanțele formate din materia vie care conțin atomi de carbon.

Exemple: rășină, excremente de pasăre, polen, resturi de frunze...

Prin descompunerea pe suprafața de contact între geam și impurități, are loc o scădere a aderenței. Impuritățile de dimensiuni mai mici sunt desprinse complet.

Astfel, spre deosebire de toate celelalte efecte menționate, foto-cataliza reprezintă o formă autentică de „autocurățare“. Firește, ea funcționează numai în spațiul exterior, deoarece pentru generarea „substanțelor chimice“ este nevoie de lumină ultravioletă. Aceasta este conținută în lumina naturală diurnă. Prin geamul izolator se „înlătură prin filtrare“ o componentă de lumină ultravioletă, astfel încât stratul de acoperire de pe partea interioară nu mai primește suficient „carburant“.

Rezumat

Există diferite posibilități care facilitează îndepărtarea murdăriei, respectiv autocurățarea pe o suprafață de geam.

Decizia pentru ameliorarea respectivă a suprafeței geamului trebuie să se țină cont în primul rând de tipul de murdărire și de situația de montare a geamului. Astfel, produsele hidrofobe sunt adecvate cu precădere pentru aplicațiile interioare și în domeniul auto, produsele hidrofile atât pentru aplicații interioare, cât și exterioare, iar produsele foto-catalitice exclusiv pentru aplicații exterioare.

Există și posibilitatea de combinare a mai multe proprietăți. Așa procedează natura spre exemplu cu floarea de lotus. În cazul ei, structura de coloane și cristalele hidrofobe suplimentare sunt combinate la „vârfurile perilor“, pentru a maximiza efectul de curățare.

8.) Vitrajele ignifuge și cu protecție la fum

Suprafețele vitrate ignifuge

Suprafețele vitrate ignifuge sau cu protecție la foc sunt împărțite în cele care nu permit pătrunderea căldurii, flăcărilor și gazelor arse pentru o perioadă de timp (vitraje F) și cele care rețin numai flăcărilor și gazele arse (vitraje G).

Clasele de rezistență la foc

Suprafețele vitrate ignifuge sunt împărțite în clasele de rezistență la foc G sau F. Conform normelor europene, acestea vor deveni în viitor clasele E (în loc de G) sau EI (în loc de F). Dacă geamurile dintr-un sistem (cu rame, garnituri și mijloace de fixare) împiedică pătrunderea flăcărilor și a gazelor arse pentru un interval de timp, însă nu și pătrunderea căldurii, și dacă nu există pericolul de autoaprindere a obiectelor din spatele vitrajului, acestea sunt clasificate ca suprafețe vitrate ignifuge (G 30 - G 120).

| Clasificarea CEN | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------|----|-----------------|--|----|-----|------------------|------------------|
| E | 15 _t | 20 _T | 30 | 45 _t | 60 | 90 | 120 | 180 _t | 240 _t |
| EW | | 20 | 30 | | | | | | |
| EI | 15 | 20 | 30 | 45 | 60 | 90 | 120 | 180 | 240 |
| T = numai pentru uși | | | | | T = numai pentru pereți separatori | | | | |
| E | (étanchéité) = închidere a spațiului | | | | | | | | |
| W | = transmisie limitată de radiație | | | | | | | | |
| I | (isolation) = Izolație termică (T-T0 < 140 resp. 180 K) | | | | | | | | |
| Clasificare suplimentară: | | | | | C (selfclosing) pentru uși | | | | |
| | | | | | M (stabilité mécanique) pentru pereți | | | | |
| | | | | | R pentru pereți sub sarcină de solicitare | | | | |
| | | | | | S pentru protecție anti-fum | | | | |
| Este posibilă clasificare mixtă, de ex.: E 30/EI 15 | | | | | | | | | |

Tabelul 8.1

Sticla cu inserție de sârmă, cărămizile din sticlă și geamurile pretensionate din sticlă cu borosilicat pot îndeplini cerințele. Sticla pretensionată cu borosilicat îndeplinește, spre exemplu, la grosimea de 6 mm, cerințele clasei G 60, iar la grosimea de 8 mm – ale clasei G 120.

Cele mai cunoscute nume pe piață pentru vitrajele G sunt PYRODUR (Pilkington AG), PYRAN (Schott AG), PYROSWISS, FIVESTAR, VETROFLAM, DRAVEL (Saint Gobain Glass).

Comportamentul individual al geamurilor în caz de incendiu

În caz de influență a căldurii intense, sticla Float și sticla turnată sar după scurt timp, existând pericolul de extindere a flăcărilor după căderea fragmentelor de spargere.

Geamurile pretensionate oferă o înaltă rezistență față de cedarea sub influența căldurii, însă nu îndeplinesc cerințele suprafețelor vitrate ignifuge fără măsuri suplimentare.

Ușile etanșe la fum

O ușă etanșă la fum și cu autoînchidere (ușă cu protecție la fum) este descrisă în DIN 18095.

Ca și ușile cu protecție la foc, ușile cu protecție la fum trebuie să fie dotate cu o plăcuță de identificare, care conține cel puțin indicațiile referitoare la norma respectivă, notația producătorului, adresa producătorului, numărul certificatului de verificare, centrul de încercări și anul fabricației. În plus, ușile cu protecție la fum trebuie să fie livrate cu instrucțiuni de montare, la care este atașat certificatul de fabrică al producătorului.

Etanșeitatea la fum

Ușile cu protecție la fum au atribuția de a împiedica pătrunderea fumului prin deschiderile din pereți într-un interval de aprox. 10 minute, pentru a asigura salvarea oamenilor și animalelor.

Ușa este expusă unei diferențe de presiune de 0 - 50 Pascal (Pa). Este măsurată cantitatea de aer (rata de scurgere) care parcurge rosturile ușii. Rata de scurgere la diferența de presiune de 50 Pa nu are voie să depășească valorile limită de 20 m³/h la ușile cu o aripă și 30 m³/h la cele cu 2 aripi .

Întrucât, în caz de incendiu, este posibilă o emisie intensă de fum cu degajare ridicată de căldură, verificările sunt realizate din nou la 200°C pe partea fumului. În cazul acestei solicitări termice, este posibilă deformarea ușii, ceea ce duce la înrăutățirea ratei de scurgeri.

9.) Vitrajul deasupra nivelului capului

Reglementările tehnice pentru utilizarea vitrajelor cu reazeme liniare (TRLV) clasifică vitrajele începând cu o înclinație mai mare de 10° față de verticală ca vitraje deasupra nivelului capului.

Vitrajele uzuale deasupra nivelului capului nu sunt, în general, proiectate pentru a fi solicitate de traficul persoanelor. În cazuri individuale, este însă posibil accesul de scurtă durată pe acestea, în scopuri de curățare.

Pentru vitrajele deasupra nivelului capului care, conform proiectului, pot fi solicitate prin trafic de persoane, se aplică regulile vitrajelor circulabile, ale căror cerințe sunt însă sensibil mai ridicate, în special cu privire la certificările experimentale. În conformitate cu reglementările tehnice, pentru vitrajele deasupra nivelului capului destinate rezemării liniare (TRLV), este prescris VSG din sticlă Float ca geam inferior. Pentru sticla cu inserție de sârmă, posibilitățile de utilizare sunt foarte restrânse.

Se va avea în special în vedere că VSG din sticlă securizată cu o singură foaie pentru vitrajele simple conform TRLV nu sunt admise la vitraje deasupra nivelului capului, ci numai ca geam superior în vitrajele izolatoare. În ultima versiune tehnică, pentru vitrajele deasupra nivelului capului la care există obligativitatea unui acord și care nu corespund tabelului de mai jos (de ex. vitraj deasupra nivelului capului cu reazeme punctuale), pe lângă certificatele privind capacitatea portantă este necesar frecvent și un certificat privind capacitatea portantă remanentă sau trebuie să fie întreprinse și alte măsuri suplimentare (de ex. subtensionare a rețelei).

Această certificare nu este definită până acum în nicio reglementare tehnică și trebuie să fie realizată prin încercări. La utilizarea de VSG din sticlă parțial pretensionată (TVG), în cazul rezemării uzuale – cu excepția rezemării liniare bilaterale – se poate pleca însă de la premisa că încercarea pentru capacitatea portantă remanentă se poate desfășura cu rezultate pozitive. VSG din sticlă parțial pretensionată s-a impus în practică, pe lângă geamul de siguranță duplex din sticlă Float, ca standard pentru vitrajele la nivel deasupra capului. Din păcate, TRLV nu a fost încă adaptat corespunzător. Pentru vitrajele deasupra nivelului capului cu suprafețele sub 1,60 m² și în domeniul privat există controverse, dacă prescripțiile din TRLV trebuie să fie îndeplinite, deoarece la introducerea TRLV sunt definite excepții. Pentru aplicația tipică a acoperișurilor de vitrine din sticlă rezemate punctual, în unele landuri federale, de ex. Hessen și Baden-Württemberg, au fost publicate suplimentar facilități de certificare ale inspectoratelor în construcții.

Tipurile admise de geamuri pentru vitrajele deasupra nivelului capului cu reazeme punctuale

| x = vitraj simplu | Sticlă Float | ESG | VSG din Float | VSG din ESG | Sticlă cu inserție de sârmă |
|---------------------|--------------|-----|---------------|-------------|-----------------------------|
| Admis | | | x | | x |
| Geam izolator (sus) | x | x | x | x | x |
| Geam izolator (jos) | x | | x | | x |

Tabelul 9.1

Facilități de certificare pentru vitrajele verticale

Vitrajele izolatoare rezemate pe toate laturile, la care sunt respectate condițiile următoare

| | |
|----------------------------------|-----------------------|
| Produsul din sticlă: | Sticlă Float sau ESG |
| Supraf.: | 1,6 m ² |
| Grosimea geamului: | 4 mm |
| Diferența grosimilor de geam: | 4 mm |
| Spațiul dintre geamuri: | 16 mm |
| Sarcina din acțiunea vântului w: | 0,8 kN/m ² |

pot fi utilizate pentru înălțimea de montare până la 20 m peste balustrade, în condiții normale de producție și montaj, fără alte certificări. Dacă lungimea muchiei mai scurte scade sub valoarea de 500 mm, la geamurile din sticlă Float crește riscul de spargere ca urmare a influențelor climatice.

Dimensionarea vitrajelor deasupra nivelului capului

La vitrajele deasupra nivelului capului, se aplică în proiectare sarcinile de dimensionare cum ar fi vântul, zăpada și greutatea proprie, conform DIN 1055. Certificarea se conformează reglementărilor tehnice uzuale de statică, pentru utilizarea vitrajelor cu reazeme punctuale.

Dacă vitrajele deasupra nivelului capului pot fi circulat temporar în scopuri de curățare, se va lua în considerare conform DIN 4426 sarcina suplimentară individuală de 1,5 kN la o suprafață de rezemare de 100 mm x 100 mm în poziția cea mai defavorabilă a sarcinii. Vitrajele circulabile deasupra nivelului capului au voie să fie parcurse numai de personalul școlarizat special. Suplimentar, la vitrajele circulabile deasupra nivelului capului, certificările experimentale se vor conforma noii fișe de date a asociației de profil GS-BAU-18. Dacă vitrajele deasupra nivelului capului nu corespund condițiilor-limită ale TRLV (de ex. la rezemarea punctuală), pot fi necesare, după caz, și încercări pentru capacitatea portantă remanentă.

Surse

Ekkehard Wagner: Glasschäden; Oberflächenbeschädigungen; Glasbrüche in Theorie und Praxis
Hofmann-Verlag

Glashandbuch 2005
Prod. de sticlă plată MarkenKreis GmbH

Das Glashandbuch
Prod. sticlă Trösch GmbH - SANCO Beratung

Kasper, P.; Fensterbilder - schön aber gefährlich
GFF - Zeitschrift für Glas Fenster Fassade, 3/2005, p. 22 și urm.

Memento Glashandbuch 2000
Prod. Saint-Gobain

Gestalten mit Glas, Ediția 6
Prod. Interpane Glas Industrie GmbH

Pilkington Kompendium Edițiile 1 până la 10
Prod. Pilkington Deutschland AG

GEALAN- Architektenberatung
Hofer Straße 80
D-95145 Oberkotzau
Telefon 0 92 86/77-0
Fax 0 92 86/77-22 22
e-Mail: info@gealan.de
Internet: <http://www.gealan.de>

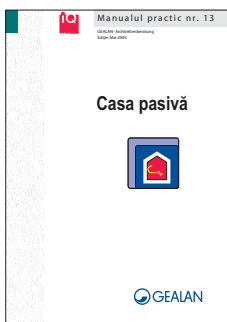
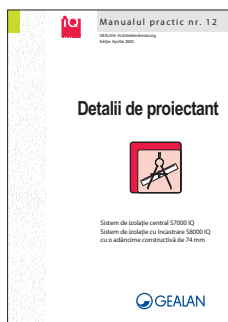
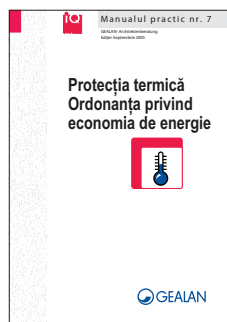
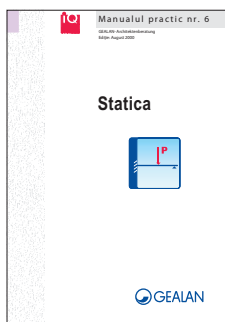
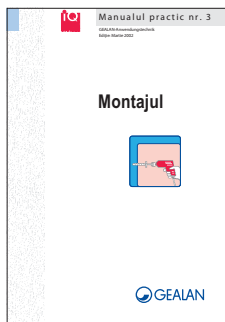
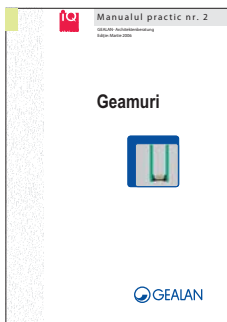
Notițe:

Notițe:

Notițe:

Notițe:

Manuale practice publicate până acum de GEALAN:



GEALAN Fenster-Systeme GmbH
Hofer Straße 80 · D-95145 Oberkotzau
Telefon 092 86 / 77-0 · Fax 092 86 / 77-22 22
E-Mail: info@gealan.de · Internet: www.gealan.de